



Biodiversidad y Medio Ambiente de la Sierra Tarahumara



Guía práctica para el uso y aplicación del Sistema de Monitoreo de Datos e Información de la Sierra Tarahumara



Biodiversidad y Medio Ambiente de la Sierra Tarahumara



Biodiversidad y Medio Ambiente de la Sierra Tarahumara



Guía práctica para el uso y aplicación del Sistema de
Monitoreo de Datos e Información de la Sierra Tarahumara



Este material fue realizado en el marco del proyecto “Gestión integrada del territorio para la conservación de la biodiversidad en áreas de protección y producción en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México” conocido como “Proyecto Tarahumara Sustentable”, implementado a través del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y que de manera conjunta coordinan la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés), con el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés).

Derechos Reservados ©
Universidad Autónoma de Chihuahua
C. Escorza 900
Col. Centro
Chihuahua, Chih. México

Derechos Reservados ©
World Wildlife Fund (WWF) – México
Av. México
Col. Hipódromo
Chihuahua, Chih. México
06100 México, D.F.
www.wwf.org.mx

ISBN: 978-607-536-023-2
Primera edición: 2018

Editores

D.Ph. Alfredo Pinedo Alvarez
M. C. Jesús Alejandro Prieto Amparán

Revisión técnica

Ph.D. Federico Villarreal Guerrero
Dr. Martin Martínez Salvador
D.Ph. Carmelo Pinedo Álvarez
Ph.D. Alicia Melgoza Castillo
Dra. Marusia Rentería Villalobos

Compilación y edición de la información

Yomira Itzel Briceño Hidalgo
Reneé Miroslava Núñez Ávalos

Coordinación general del documento:

Ing. Manuel Chávez Díaz
M.I Enrique Prunés Soto
M.D.A. Georgina Gaona Pando
Ing. Miguel Valles Pérez
M.C. Nigda C. Carrasco Bencomo

Forma de citar:

Pinedo, A. A., J. A. Prieto, A., F. Villarreal G., M. Martínez, S., C. Pinedo, A., A. Melgoza, C. M. Rentería, V. 2018. Biodiversidad y medio ambiente de la Sierra Tarahumara: Guía práctica para el uso y aplicación del SMDI-ST. Proyecto Tarahumara Sustentable. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.

El Proyecto Tarahumara Sustentable y los autores agradecen a todas las instancias, dependencias, organizaciones, académicos, consultores, técnicos y a todas las personas que participaron en las reuniones y talleres para la integración y definición de los indicadores del Sistema de Monitoreo de Datos e Información de la Sierra Tarahumara.

CONTENIDO

PRÓLOGO	13
INTRODUCCIÓN	15
INDICADORES BIOLÓGICOS	17
Abeto, Pinabete	18
Cotorra Serrana Occidental, Guaca	22
Culebra de Agua de Panza Negra	27
Guacamaya Verde.....	31
Jaguar.....	36
Laurel, Aureli	41
Nutria, Perro de Agua	44
Oso Negro, Goji	47
Pinabete, Ayarín, Cahuite	52
PinabeteEspinoso, Mategó, Pinabete de Chihuahua	56
Pino Chihuahuana, Pino Apache, Pino Real	60
Salamandra Tarahumara, Salamandra Panza Rosa, Ajolote.....	64
Táscate Sabino, Ciprés	68
Tecolote Moteado, Búho Moteado, Lechuza Manchada.....	72
Trogón Orejón, Chicharo	76
Víbora de Cascabel, Chachamuri	79
Águila Real.....	84
Basiáwari –Júbe.....	86
Biznaguita Espinosa.....	88
Chiltepín, Chile Piquín.....	90
Guajolote Silvestre,Cócono, Chiwí.....	92
Guasimilla, Guapaque, Palo de Fierro.....	94
Nogal Cimarrón, Nogal Silvestre.....	96
Órgano Pequeño Pelón, Alicoche Pelón.....	98
Pájaro Bandera, Koa	100
Rana Ladradora Tarahumara.....	102
Salamanqués, Esquinco de la Sierra	104
Trucha Aparique del Conchos.....	106
Venado Cola Blanca, Chomarí	108
Víbora de Cascabel Cola Negra, Sayahui	110
Víbora de Cascabel de las Rocas.....	112

INDICADORES AMBIENTALES	117
Uso de Suelo	118
Cambios de Uso de Suelo	129
Disturbio Forestal	137
Análisis de Fragmentación	146
Erosión del Suelo	157
Calidad del agua	165
Índice de Sequía	171
INDICADORES FORESTALES	176
Plagas y Enfermedades del Bosque	177
Superficie de Tierras Agrícolas Temporales y Permanentes	185
Certificación de Manejo Forestal Sustentable	188
Incendios Forestales	194
Aserraderos	199
Proporción de Superficie de Bosque Productivo Bajo Manejo	207
Cosecha de Productos de Madera en Volumen como Porcentaje de Crecimiento Neto Rendimiento Sostenido Incremento Medio Anual (IMA)	213
INDICADORES SOCIOECONÓMICOS	217
Índice de Resago Social (IRS)	218
Índice de Marginación (IM)	225
Índice GINI	231
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	237
Comunidades Indígenas	245
Gobernadores Indígenas	251
Acceso de Comunidades-Hogares al Agua Saludable y Suficiente	254
Tenencia de la Tierra	261
Políticas y Leyes Relacionadas con el Bosque	265
CONCLUSIONES	268
Diagnóstico de Indicadores Forestales	269
Diagnóstico de Indicadores Ambientales	270
Diagnóstico de Indicadores Biológicos	271
Diagnóstico de Indicadores Socioeconómicos	272

PRÓLOGO

Esta obra titulada "Biodiversidad y Medio Ambiente de la Sierra Tarahumara: Guía práctica para el uso y aplicación del SMDI-ST" se soporta dentro de las acciones del Proyecto Tarahumara Sustentable implementado a través del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y que de manera conjunta coordinan la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés), con el financiamiento del fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés).

En la presente obra se ofrece un informe, el cual lleva a cabo un diagnóstico ambiental, social y biológico de los elementos que integran los municipios comprendidos dentro del proyecto Tarahumara Sustentable. El informe muestra un panorama general y específico de los diversos estados en los que se encuentra la Sierra Tarahumara, de alguna manera explora los desafíos y oportunidades que se dan entre la interrelación de los recursos naturales con los aspectos sociales. Esta acción es clave en las políticas de planeación de usos de suelo, garantiza la seguridad alimentaria y permite establecer acciones ante el cambio climático global.

Los ecosistemas de la Sierra Tarahumara son un componente natural importante de la evolución de la Sierra Madre Occidental, en ella se desarrollan un conjunto de interacciones inter e intraespecíficas que dan paso a una serie de componentes biofísicos únicos en el mundo. Los bosques templados combinados con una serie de tipos de vegetación, como las selvas bajas caducifolias, propician una serie de sinergias con los habitantes de la Sierra Tarahumara que garantizan su seguridad alimentaria de los mismos habitantes de estas regiones.

Este informe presenta el estado actual de los conocimientos en materia de indicadores relacionados con la salud del ecosistema, sustento y bienestar humano y gobernanza medioambiental en los 12 municipios de la Sierra Tarahumara del estado de Chihuahua, área que comprende el desarrollo del Proyecto Tarahumara Sustentable.

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta una evaluación y diagnóstico del estado actual de los conocimientos en materia de indicadores relacionados con la salud del ecosistema, sustento y bienestar humano, así como algunos temas de gobernanza ambiental en los 12 municipios de la Sierra Tarahumara del estado de Chihuahua. Es importante mencionar, que esta obra resume los esfuerzos que involucraron el desarrollo del Sistema de Monitoreo de Datos e Información de la Sierra Tarahumara (SMDI-ST) y la definición de la línea base de los indicadores.

El trabajo desarrollado para el Proyecto Tarahumara Sustentable por el grupo consultor de la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de la Facultad de Zootecnia y Ecología, consistió en la definición y el análisis de indicadores. Estos fueron realizados a través de entrevistas, reuniones, talleres, investigación bibliográfica y sistematización de la información. Para complementar lagunas de información de algunos indicadores se realizaron investigaciones propias. En Biodiversidad se desarrolló una base de datos con información disponible en artículos que incluyó un total de 3,072 diferentes tipos de plantas y animales. En total se elaboraron 40 protocolos de indicadores. El 95 % de los indicadores se encuentran integrados en el Sistema de Información Geográfica (SIG) del SMDI-ST con su respectiva línea base. En la evaluación de la biodiversidad, se determinó una lista de especies indicadoras consensadas con expertos para seleccionar los protocolos de especies indicadoras y se elaboró un catálogo.

De 31 indicadores seleccionados de flora y fauna, se desarrollaron 16 protocolos, de estos, 15 cuentan con línea base. De los indicadores socioeconómicos se generaron 9 protocolos mientras que de los ambientales se generaron 7, todos con línea base. Con respecto a los indicadores forestales se generaron 7 con línea base. Como investigaciones propias se obtuvo información sobre calidad de agua y caudal hidrológico. También se realizó un análisis de la dinámica de cambios de uso de suelo para el periodo de 1990 y 2015. Así mismo, se realizó el estudio de fragmentación, índice de disturbio y erosión, este último a través del modelo SWAT para las cuencas más importantes de los doce municipios de la Sierra Tarahumara.

Esta obra ofrece la oportunidad de brindar los elementos necesarios para convertirse en una herramienta de uso generalizado que apoye los instrumentos rectores de la política pública y de desarrollo sustentable en la Sierra Tarahumara, dado que incluye los elementos y áreas de influencia (temas diversos) que requieren los programas asociados a la conservación de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos.



INDICADORES BIOLÓGICOS

OBJETIVO

Evaluar el estado de conservación, salud y productividad de los ecosistemas forestales de la Sierra Tarahumara.

Indicadores biológicos con línea base y ficha técnica generada en el SMDI-ST.

- ▲ *Abies concolor*
- ▲ *Rhynchopsitta pachyrhynch*
- ▲ *Thamnophis melanogaster*
- ▲ *Ara militaris*
- ▲ *Panthera onca*
- ▲ *Litsea glaucescens*
- ▲ *Lontra longicaudis*
- ▲ *Ursus americanus*
- ▲ *Pseudotsuga menziesii*
- ▲ *Picea chihuahuana*
- ▲ *Pinus engelmannii*
- ▲ *Ambystoma rosaceum*
- ▲ *Cupressus lusitánica*
- ▲ *Strix occidentalis*
- ▲ *Euptilotis neoxenus*
- ▲ *Crotalus pricei*



Abeto, Pinabete

Abies concolor (Gordon & Glend.) Lindl.

Figura 1. Fenología de la especie *Abies concolor* (Gordon & Glend) Lindl.

Descripción.– Árbol de 21 a 49 metros de altura y hasta 3.5 metros de diámetro. La corteza es lisa cuando joven y después presenta hendiduras. La copa del árbol con forma cónica. Las hojas son gruesas y fuertes de 2.5 a 6 cm de largo y en disposición en espiral, color verde amarillento. Las inflorescencias masculinas son color rosa a rojo oscuro. Los conos de 11 a 12 cm de largo y 5.5 a 6.5 cm de ancho, producen entre 185 a 295 semillas por cono. Las semillas presentan brácteas o alas para su distribución.

Importancia.– Es una especie con protección especial (NOM-059-SEMARNAT- 20010). A pesar de su amplia distribución, las poblaciones no son abundantes y presentan amenazas debido a fuego y tala.

Aspectos ecológicos.– Estos árboles presentan un hábitat muy específico ya que requiere condiciones de humedad en aire y suelo combinado con bajas temperaturas. Los usos principales son para material de construcción y ornamental.

Localización.– En altitudes entre 2800 a 3500 msnm, probable distribución en cañadas en Ocampo, Bocoyna, Guachochi y Guadalupe y Calvo. Los reportes de esta especie son comunicaciones personales de técnicos forestales que pudieran confundirse con *A. durangensis*.



<http://www.plantasyhongos.es/gimnospermae/Abies.htm>

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Abies concolor

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población.

Unidad de Medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja probabilidad de ocurrencia.

Justificación

Es una especie con protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010). A pesar de su amplia distribución, las poblaciones no son abundantes y presentan amenazas debido a fuego y tala. Además, su hábitat es muy específico ya que requiere condiciones de humedad en aire y suelo combinado con bajas temperaturas. Por otra parte, la producción de conos puede variar de 2 a 9 años debido a condiciones climáticas. Para la colecta de datos de campo se emplea un sistema de muestreo sistemático con modificaciones de acuerdo a las condiciones particulares de las áreas y algunas limitaciones impuestas por el tamaño de los rodales; las unidades de muestreo que se recomienda utilizar son tres parcelas circulares anidadas de 0.1, 0.05 y 0.005 ha.

Obtención del indicador

Registros de herbarios y reportes de UMAFOR.

Fuentes de información

- Delgadillo, R. J. y Camacho Canett, L. C. 2004. Ficha técnica de *Abies concolor*. En: Delgadillo, R. J. (compilador). Actualización de las especies de plantas incluidas en la NOM-059-ECOL-2000. Herbario BCMEX, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California.
- Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W037. México, D.F.
- Laacke, R. 2004. *Abies concolor*; white fir. www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/Volume_1/abies/concolor.htm.
- Royo, M.H. y A. Melgoza. 2005. Las plantas con estatus para el estado de Chihuahua. Folleto Técnico No. 14. INIFAP-CONAFOR-Fundación PRODUCE Chihuahua-SAGARPA. Chihuahua, Chih.

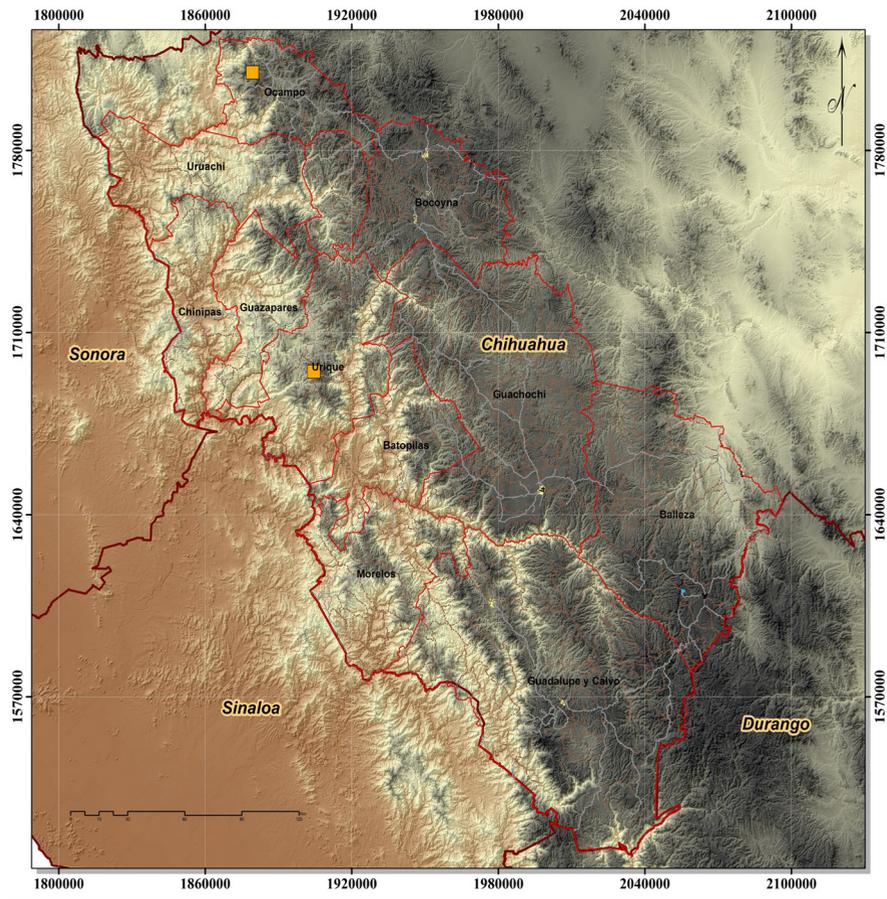
Frecuencia de medición

Cada 5 años.

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X		X	X



Abies concolor

Sitios de presencia



Limites

Área de estudio



Límite estatal



Área urbana



Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua



Altitud del área de estudio

3286 msnm



159 msnm

Vías de comunicación

Calle



Camino



Carretera



Vía férrea sencilla



Referencia Cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Conica Conforme de Lambert

Proyección: cónica Conforme de Lambert

Datum: ITRF 1992

Figura 4. Sitios con registro de presencia de *Abies concolor* (Abeto) en el área de estudio del Proyecto Tarahumara Sustentable.

LÍNEA BASE

Es posible que el umbral de la distribución de *Abies concolor* se limita hacia la parte noroeste de la Sierra Tarahumara, principalmente en el municipio de Ocampo. El registro de ocurrencia fue proporcionado por la Unidad de Manejo Forestal San Juanito, A. C. y a través de consultas de otras agencias.

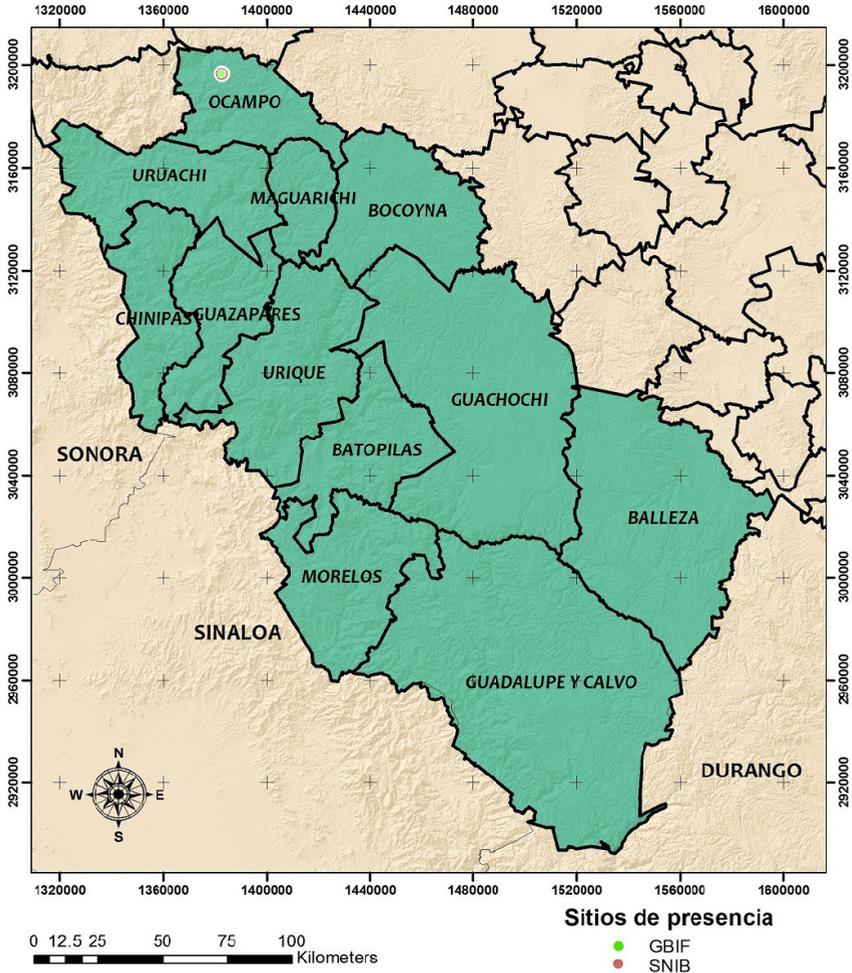


Figura 2. Distribución de relictos de *Abies concolor* documentados por: Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Cotorra Serrana Occidental, Guaca

Rhynchopsitta pachyrhyncha (Swainson)

Figura 1. Especies de *Rhynchopsitta pachyrhyncha* (Swainson) con presencia en la Sierra Tarahumara.

Descripción.- Ave de tamaño mediano, de 38 cm de largo y pesa en promedio 425g. El color de plumaje de adulto por lo general es verde brillante, las plumas que cubren el oído son de un color más claro y amarillento, las franjas supraciliares son rojas y tiene una marca café al frente y arriba de los ojos. La zona de flexión de las alas, el borde carpal y los muslos son rojos. Las plumas coberteras inferiores son de mayor tamaño y color amarillento, los flancos de vuelo y las plumas de la cola son grises. En vuelo se distingue una coloración amarilla bajo las alas. El pico es fuerte y de color negro, el iris es amarillo-naranja y sus patas grises. No presenta dimorfismo sexual.

Importancia. - Endémica y está en peligro de extinción en la NOM-059- SEMARNAT-2010.

Aspectos ecológicos.- En verano es visible en los bosques templados de pinos y encinos y se presume que en invierno es visitante de partes más bajas y cálidas; tiene amplio ámbito hogareño y es de movilidad rápida. Anida en las partes altas de troncos de árboles secos, especialmente *Pinus strobiformis*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* y *Populus tremuloides*. No construye sus nidos, sino que modifica algunos huecos de nidos abandonados; regularmente anida en colonias. Su alimento principal son semillas de pinos, también bellotas de encino y brotes tiernos de algunas plantas.

Localidad.- En la Sierra Madre Occidental se restringe a los bosques de pino encino en los estados de Durango y Chihuahua.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Rhynchopsitta pachyrhyncha

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Los cambios en esta población son el reflejo de su vulnerabilidad a los impactos ambientales y cambios en la estructura de su hábitat.

Unidad de medición

Registro de presencia de nidales de la especie en coordenadas geográficas. También se pueden registrar los sitios de percha y alimentación.

Justificación

Está enlistada en el apéndice I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y en México está incluida en la categoría en peligro de extinción (NOM-059) (P). El factor más determinante que amenaza la conservación lo representa la fragmentación del hábitat que se presenta en diferentes formas y que afecta severamente los sitios de anidación. Los aprovechamientos forestales con fines comerciales han eliminado árboles con cavidades potencialmente disponibles para anidación. La disponibilidad de modelos locales de calidad de hábitat, específicos para esta especie, representa un método eficiente y económico para entender la distribución y necesidades de calidad de hábitat. Este indicador ofrecerá la oportunidad de comprender y adaptarse a un manejo forestal sustentable más real en la Sierra Tarahumara, con un efecto integrador a la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

Obtención del indicador

Para los registros de presencia se localizan los nidales con mediciones en campo al iniciar (6:00-9:00 horas) y al finalizar (19:00-20:00 horas) las actividades de la cotorra durante el periodo de reproducción (mayo-agosto). El muestreo se basa en recorridos de 1.5 a 2 kilómetros en una dirección, identificando las cavidades potenciales en árboles o áreas rocosas con actividad de anidación o bien en condiciones de alimentación y percha. Los registros de presencia pueden ser mapeados en su distribución actual y potencial mediante un programa SIG. También se pueden obtener mapas de distribución actual y potencial a través de MaxEnt. Las áreas de presencia pueden determinar la superficie del hábitat de anidación y alimentación en hectáreas.

Fuente de información

- Carreón, H. E., J. C. Guzmán-Aranda, P. A. Calderón-Domínguez, C. Aguirre Calderón y R. Rodríguez-Salazar. 2007. Análisis espacial del hábitat de anidación de la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) en el área de influencia de la RPC Santuario Madera, Madera, Chihuahua, México. Informe final PRODERS para la Dirección Regional Norte y Sierra Madre Occidental de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Chihuahua, Chihuahua.
- Cruz-Nieto, M. A. 1998. Caracterización de las áreas de anidación y biología de nidos de la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*): implicaciones de manejo de los bosques templados

de México. Tesis de Maestría. Centro de Calidad Ambiental, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México.

- Enkerlin-Hoeflich, E. C., M. A. Cruz, C. M. Macías, J. Quesada y N. F. R. Snyder. 1997. Status, distribución, ecología y conservación de las cotorras serranas (*Rhynchopsitta pachyrhyncha* y *R. terrisi*) en el norte de México. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Pinedo, A. C., 1998. Análisis de los recursos forestales y de hábitat de cotorra serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) en la Sierra Madre Occidental de Chihuahua, Chih., México. Disertación Doctoral. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Sánchez-Mateo. M. A. 2007. Caracterización del hábitat de la cotorra serrana occidental *Rhynchopsitta pachyrhyncha* en el municipio de Madera, Chihuahua, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia.

Frecuencia de medición

Cada 3 años.

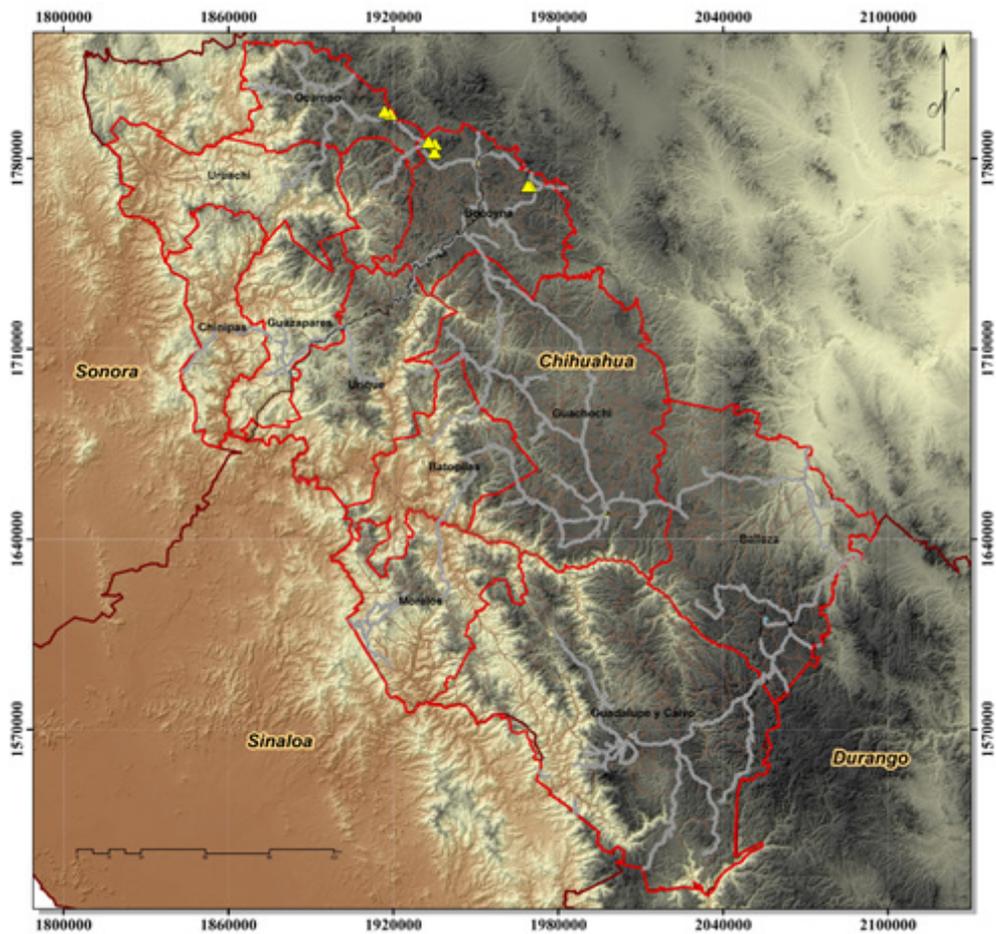
Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X	X	X	X

Línea base

Registro de ocurrencia en coordenadas geográficas.



Cotorra Serrana

Sitio de presencia



Límites

Área de estudio

Límite estatal

Área urbana



Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua



Altitud del área de estudio

3286 msnm

159 msnm



Vías de comunicación

Calle

Camino

Carretera

Vía férrea sencilla



Referencia cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert

Proyección: cónica Conforme de Lambert

Datum: ITRF 1992

Figura 2. Sitios reportados por el proyecto Tarahumara Sustentable a partir de fuentes de consulta y reportes.

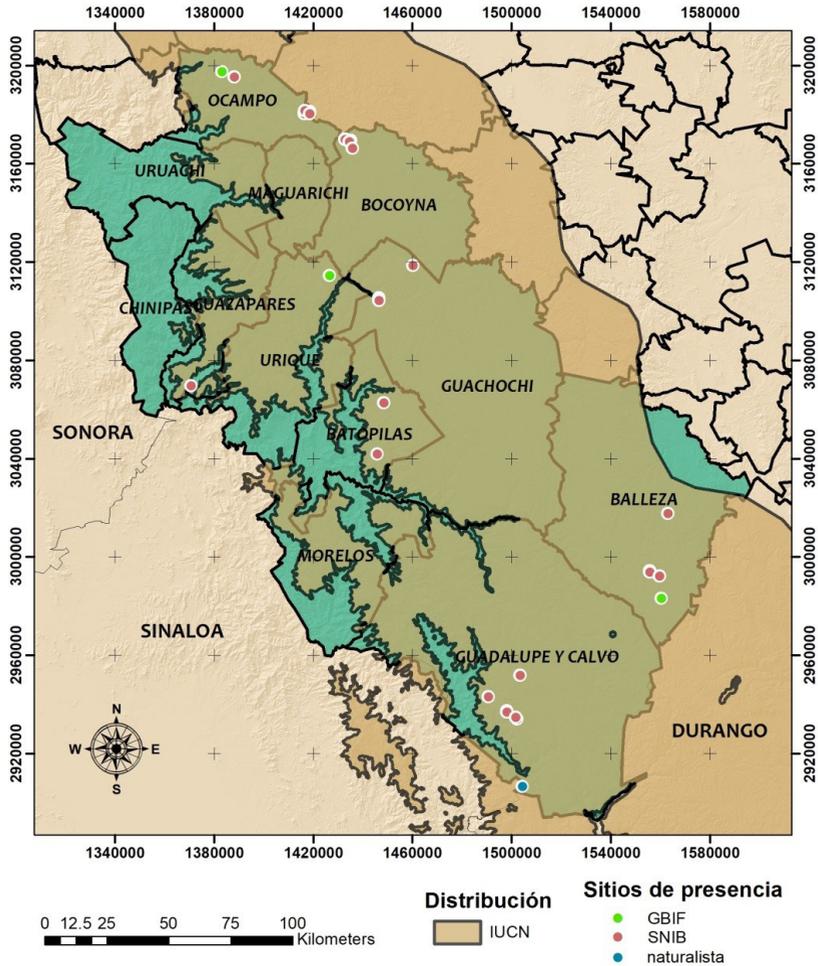


Figura 3. Especies de *Rhynchopsitta pachyrhyncha* (Swainson) con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con: Union for Conservation of Nature (IUCN), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.



Culebra de Agua de Panza Negra

Thamnophis melanogaster Chihuahuensis (Tanner)

Figura 1. Especie de *Thamnophis melanogaster Chihuahuensis* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Foto: Eric Centenero Alcalá

Descripción.- Serpiente de tamaño mediano, 86 cm de longitud. Se distingue de otras víboras por presentar 19 a 17 hileras de escamas dorsales, las ventrales o subcaudales van de 146 a 156 y 75 a 84 en machos y de 143 a 149 y 68 a 76 en hembras, tienen de 24 a 32 dientes maxilares. Presentan una raya clara u opaca en el dorso, uniforme de color café o gris, pero es más claro en los jóvenes y con 4 filas de manchas oscuras pequeñas. En las poblaciones de Chihuahua, las escamas ventrales son blancas.

Importancia.- Endémica y con estatus de amenazada en la NOM-059- SEMARNAT-2010 y como casi amenazada en la IUCN.

Aspectos ecológicos.- Es una especie de culebra rara y muy específica de áreas ribereñas. Es probable que sólo existan poblaciones aisladas en el oeste de Chihuahua, en las cuencas del Río Mayo y Río El Fuerte. Se alimenta principalmente de presas acuáticas como peces pequeños, ranas, sapos, ajolotes y algunos invertebrados. Esta culebra produce camadas con un promedio de 13 crías, y nacen entre junio y agosto.

Localidad.- En la Sierra Madre Occidental se presenta en los cañones de las montañas; hay registros para los municipios de Chínipas, Maguarichi, Urique, Morelos y Guachochi.

Nombre del indicador

Thamnophis melanogaster

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población.

Unidad de medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

Esta especie es endémica de México. Está en la NOM-059-SEMARNAT-2010 aparece con estatus de especie amenazada y la IUCN está con estatus de casi amenazada. Las poblaciones están en descenso. Su importancia como especie indicadora radica en su respuesta rápida al cambio ambiental regional, principalmente al cambio climático.

Obtención del indicador

Además de los registros existentes, se pueden llevar a cabo muestreos para actualizar los datos poblacionales y relacionar la calidad de hábitat con la presencia de la especie. Se realizan recorridos de longitud mediante transectos previamente establecidos de acuerdo con las condiciones de hábitat de la especie. También es posible utilizar cuadrantes delimitados sobre el terreno de tamaño conocido para identificar y contar a todos los individuos ahí presentes. Varios modelos de distribución se pueden aplicar a la información.

Fuente de información

- Lemos, E. J. A. y H. M. Smith. 2007. Anfibios y Reptiles del estado de Chihuahua, México. Universidad Autónoma de Mexico. CONABIO.
- <http://portal.vertnet.org>. Consultado 13/04/2016.

Frecuencia de medición

Cada 3 años.

Alcance del indicador

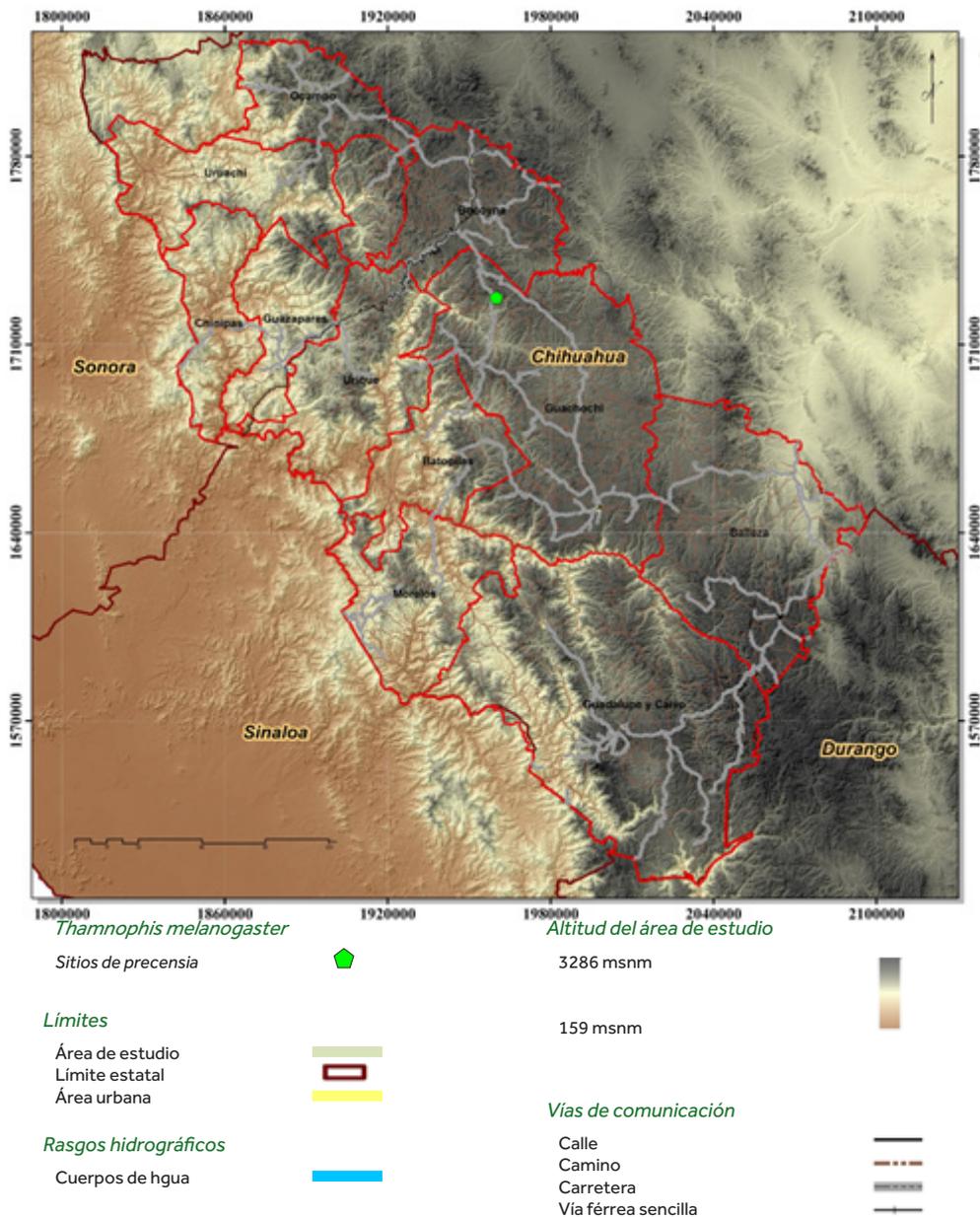
Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Silvoagropecuario	X		X	X

Línea base

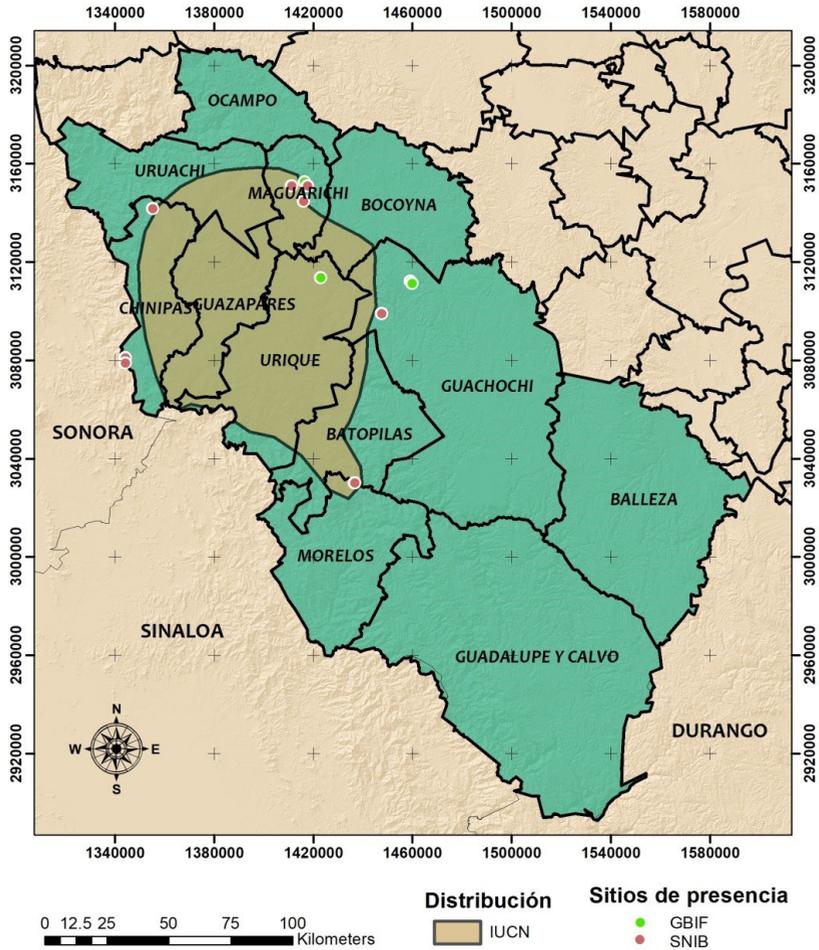
Existe información relacionada con la especie. Los registros obtenidos son de los sitios con coordenadas geográficas consultados en las referencias de registros del portal VertNet, SNIB, GBIF y Naturalista.

Figura 3. Sitios reportados por el proyecto Tarahumara Sustentable a partir de fuentes de consulta y reportes.



Referencia cartográfica:
 Sistema de coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 2. Especie de *Thamnophis melanogaster* chihuahuensis con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con: Union for Conservation



of Nature (IUCN), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).

Descripción.- Ave de tamaño grande, 67.5 a 75 cm de largo y peso de 900 gr aproximadamente; largo



Guacamaya Verde

Ara militaris (Linnaeus)

Figura 1. Especie de *Ara militaris* con presencia en la Sierra Tarahumara.

es.wikipedia.org

de las alas de 37.5 a 36.9 cm. Se distingue por tener la piel desnuda de color blanco rosado alrededor del rostro y 5 a 6 líneas de plumas pequeñas de color rojo en forma de estrías. El color de la frente y mejillas es rojo escarlata. La coloración del cuerpo es en tonos verde con azul. La coronilla, nuca y espalda son verde limón. El cuello, garganta, pecho, vientre, muslos y costados son de color verde olivo. Las plumas coberteras y secundarias de las alas son de color verde olivo oscuro y las primarias y secundarias, así como la rabadilla y la cola, son azul turquesa. Por abajo y al vuelo las plumas de la cola se aprecian amarillas, las alas se ven verde olivo mate y las plumas primarias y secundarias amarillas. El pico es grande y de color negro mate. El iris en el adulto es amarillo a café claro lechoso. Las patas son gris oscuro. No presentan dimorfismo sexual.

Importancia.- No es endémica, pero está con estatus de peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y como vulnerable en la IUCN.

Aspectos ecológicos.- Anidan principalmente en agujeros en riscos, salientes o paredes de cerros y montañas; también, en árboles altos y robustos con troncos de 60 a 200 cm de diámetro. Las guacamayas hacen recorridos en las partes bajas de los cañones, sobre todo, en búsqueda de alimento, especialmente donde se presenta Brosimum, Celtis, Quercus, Lysiloma y Bursera.

Distribución.- Amplia distribución, principalmente en la parte de selva baja caducifolia y ecotonos de ésta, con matorrales subtropicales en la sierra de Chihuahua, en los municipios de Urique, Batopilas, Uruachi, Moris, Morelos, Guazapares y Chínipas.

FICHA DEL INDICADOR



© Leticia Soriano Flores,
<http://naturalista.conabio.gob>.

Nombre del indicador

Ara militaris

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Al igual que otras especies de avifauna en riesgo, su distribución actual ayuda a mostrar los cambios generales en el estado de amenaza de los ecosistemas forestales.

Unidad de medición

Registro de presencia de nidales de la especie en coordenadas geográficas. También se pueden registrar los sitios de percha y alimentación.

Justificación

Esta especie es endémica de México y es un indicador de la salud del hábitat, pues en algunas regiones perturbadas, es de las primeras especies que desaparecen. Además, por su carácter de ave carismática, está sujeta al tráfico nacional e internacional de avifauna. En este contexto, la especie está protegida por las principales normas nacionales e internacionales en materia de biodiversidad (CITES, 1998; Snyder *et al.*, 2000; D.O.F., 2002). La NOM-059 (SEMARNAT, 2010) la clasifica en peligro de extinción (P).

Obtención del indicador

Con base en registros documentados y puntos georeferenciados de presencia, se registran los nidales de individuos y/o poblaciones en las diferentes condiciones de hábitat. También es válido el registro en coordenadas geográficas de presencia de áreas de alimentación y percha. Como método de localización de los nidales se realizan recorridos de 1.5 a 2 km en una dirección, identificando las cavidades potenciales en árboles o peñascos con actividad de anidación o bien en condiciones de alimentación y percha. Las mediciones de campo se realizan de las 6 a las 9 horas del día y de las 17 a las 20 horas de la tarde durante el periodo de reproducción de la especie. Los registros de presencia pueden ser mapeados mediante un programa SIG. También se pueden obtener mapas de distribución actual y potencial a través de MaxEnt. Las áreas de presencia pueden determinar la superficie del hábitat de anidación y alimentación en hectáreas.

Fuente de información

- CITES. 1998. Apéndices I, II and III to the Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora. U.S. Fish and Wildlife Service. Department of the Interior. U.S.A. 22 pp.
- Iñigo-Eliás, E. 2000. Guacamaya verde (*Ara militaris*). En Ceballos, G. y L. Márquez (Coords). Las aves de México en peligro de extinción. 1ª Ed. Fondo de Cultura Económica. Pp. 213-215.
- SEMARNAT. 2016. Fortalecimiento de las acciones de conservación y manejo de la guacamaya verde en Sierra Tarahumara. CONANP. Términos de referencia de los conceptos de apoyo de la convocatoria publicitada el 25 de abril de 2016.
- Protección de la Fauna Mexicana, A.C., Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Dirección Regional Norte y Sierra Madre Occidental, Región Prioritaria para la Conservación Sierra Tarahumara.

Informe final del proyecto "CALIDAD DE HÁBITAT Y MONITOREO DE GUACAMAYA VERDE EN LA RPC SIERRA TARAHUMARA".

- Snyder, N., P. McGowan, J. Gilardi y A. Grajal. 2000. Parrots. Status Survey and Conservation Action Plan 2000-2004. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, U.K. x + 180 pp.

Frecuencia de medición

Cada 3 años.

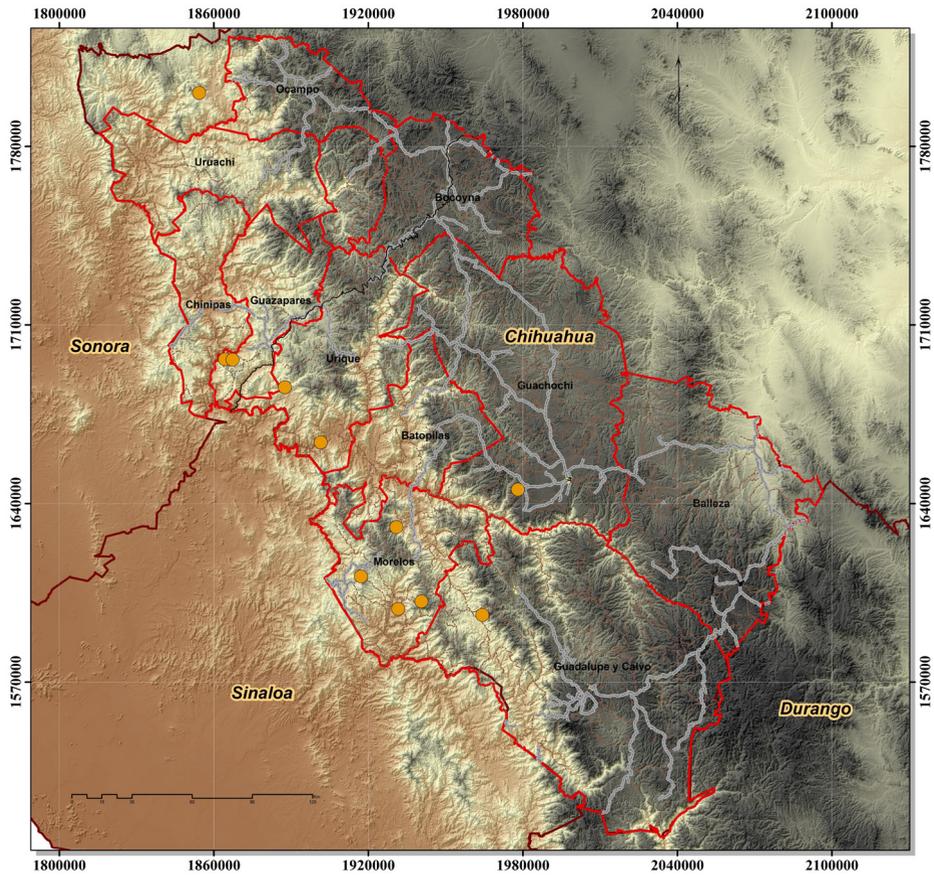
Alcance del Indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X		X	X

Línea base

Para la localización geográfica de la especie se utilizó una base de datos de 55 sitios de presencia de esta ave. Los sitios con su referencia geográfica se encuentran integrados en el SMDI-ST. Los registros fueron obtenidos del programa BIÓTICA, sistema de información administrado por la Comisión Nacional de la Biodiversidad. También se encuentran disponibles los mapas de distribución actual y potencial generados con el programa MaxEnt e integrados en ArcGIS.



Ara militaris L.

Sitios de presencia



Límites

Área de estudio

Límite estatal

Área urbana



Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua



Altitud del área de estudio

3286 msnm

159 msnm



Vías de comunicación

Calle

Camino

Carretera

Vía férrea sencilla



Referencia cartográfica:

Sistema de coordenadas: ITRF 1992 Conica Conforme de Lambert

Proyección: cónica Conforme de Lambert

Datum: ITRF 1992

Figura 2. Sitios reportados por el proyecto Tarahumara Sustentable a partir de fuentes de consulta y reportes.

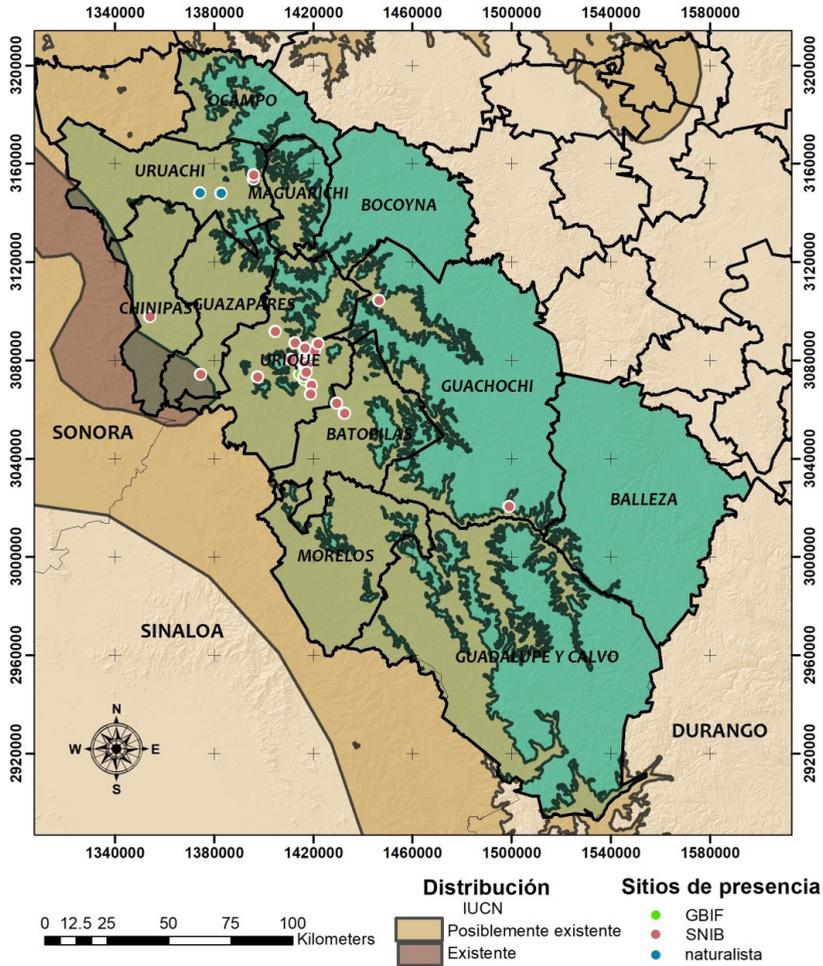


Figura 3. Especie de *Ara militaris* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con: Union for Conservation of Nature (IUCN), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.



Jaguar

Panthera onca arizonensis (Goldman)

Figura 1. Especie de *Panthera onca arizonensis* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Brandon Sideleua, http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/Panthera_onca

Descripción.– Es el felino más grande de América, su tamaño varía de 1.70 a 2.30 m de longitud y un peso aproximado de 45 a 150 kg. La coloración de la piel varía de amarillo pálido a café rojizo y cambia a blanco en los carrillos, pecho y partes internas de las extremidades. En el cuerpo tiene manchas negras, en los costados cambian a rosetas, dentro de ellas puede haber una o más manchas pequeñas. Tiene una longevidad de 20 años y alcanza la madurez sexual entre los 2 y 3 años.

Importancia.– Está incluido en el apéndice I de CITES.

Aspectos ecológicos.– Esta especie es mayormente de hábitos nocturnos; es territorial y tiene un amplio ámbito hogareño. Comúnmente, el jaguar es solitario y con movilidad rápida; su alimentación es ganado doméstico, jabalí de collar, venado cola blanca, cholugo o coati, otros vertebrados de talla mediana a chica, como el conejo y liebre.

Localización.– Su distribución es amplia en México, pero en Chihuahua esta reportado en las colindancias con Sonora y Sinaloa. CONANP (2009) y Rendón (2010) reportan una distribución potencial en los municipios de Temósachi, Moris, Uruachi, Chínipas, Guazapares, Urique, Batopilas, Morelos y Guadalupe y Calvo.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Panthera onca

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es el indicador de la dinámica de la población. La dinámica de la población refleja los efectos de cambios de usos del suelo, para evaluar el impacto de las áreas donde habita y para planear el tamaño de las reservas biológicas.

Unidad de medición

Registros de presencia en coordenadas geográficas.

Justificación

El jaguar es una especie clave, bandera y paraguas, su función es importante porque modifica las densidades poblacionales de sus presas. Es una especie indicadora sensible a cambios de usos del suelo; el utilizar esta especie como indicadora puede ayudar a caracterizar la conectividad del hábitat y corredores biológicos para atenuar, y en algunos casos, revertir el proceso de fragmentación. Por otra parte, esta especie puede ser utilizada para determinar el tamaño de las reservas biológicas, en relación a su hábitat. La identificación de áreas que funcionen como corredores biológicos que ayuden a mantener la conectividad es fundamental para la conservación del jaguar a largo plazo.

Obtención del indicador

Los registros bibliográficos se pueden obtener de la literatura científica publicada, además de cuatro bases de datos: CONABIO (www.conabio.gob.mx), GBIF (www.gbif.org), MANIS (www.manisnet.org) y Jaguar GIS (http://savethejaguar.com/media/file/Jaguar_GIS_Data_1999.zip). Registros de presencia a través de avistamientos, huellas, marcaje de árboles y sitios de caza contenidos en base de datos de CONABIO, CONANP y reportes de investigación. Para continuar con los programas de monitoreo, la estimación de la densidad, abundancia y distribución; se apoya en técnicas de foto-trampeo y registros de huellas mediante transectos de monitoreo.

Fuente de Información

- Medellín, R. A., C. Equihua, C. L. B. Chetkiewicz, P. G. Crawshaw, A. A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (comp.). 2002. El jaguar en el nuevo milenio. Fondo de Cultura Económica-Universidad Nacional Autónoma de México-Wildlife Conservation Society. México, D.F.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2011. Monitoreo del jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales. http://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/marismas_nacionales/info.pdf.
- López-González, C. y D. E. Brown. 2002. Distribución y estado de conservación actuales del Jaguar en el noreste de México. Pp. 379-392. En: Jaguares en el nuevo milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los Jaguares en América.
- Medellín, R. A., C. Cherkiewicz, A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. Sanderson y A. Tabler, (Eds.). Fondo de Cultura Económica. Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation

Society. México D.F.

- Rodríguez, S.C. 2010. Distribución potencial del jaguar (*Panthera onca*) en México: identificación de áreas prioritarias para su conservación. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California.

Frecuencia de medición

Cada 3 a 5 años.

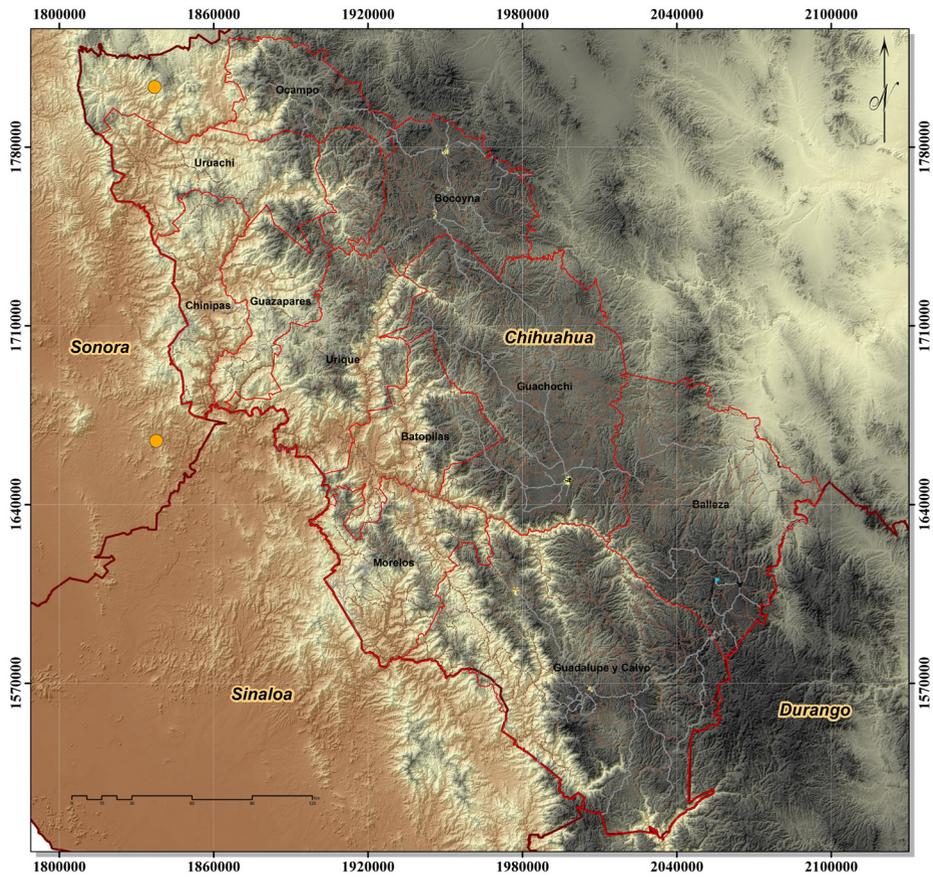
Alcance del Indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador.

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X		X	X

Línea base

Existen dos registros de campo contiguos al polígono de la ST. Dentro del área de ST, no fué posible disponer de datos de línea base, por lo que la información está limitada a la presencia de los dos registros mencionados y está representada en los reportes de CONABIO y CONANP.



Jaguar

Sitios de presencia



Límites

Área de estudio
 Límite estatal
 Área urbana



Rasgos Hidrográficos

Cuerpos de agua



Altitud del área de estudio

3286 msnm

159 msnm



Vías de comunicación

Calle
 Camino
 Carretera
 Vía férrea sencilla



Referencia cartográfica:

Sistema de coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 2. Sitios reportados por el proyecto Tarahumara Sustentable a partir de fuentes de consulta y reportes.

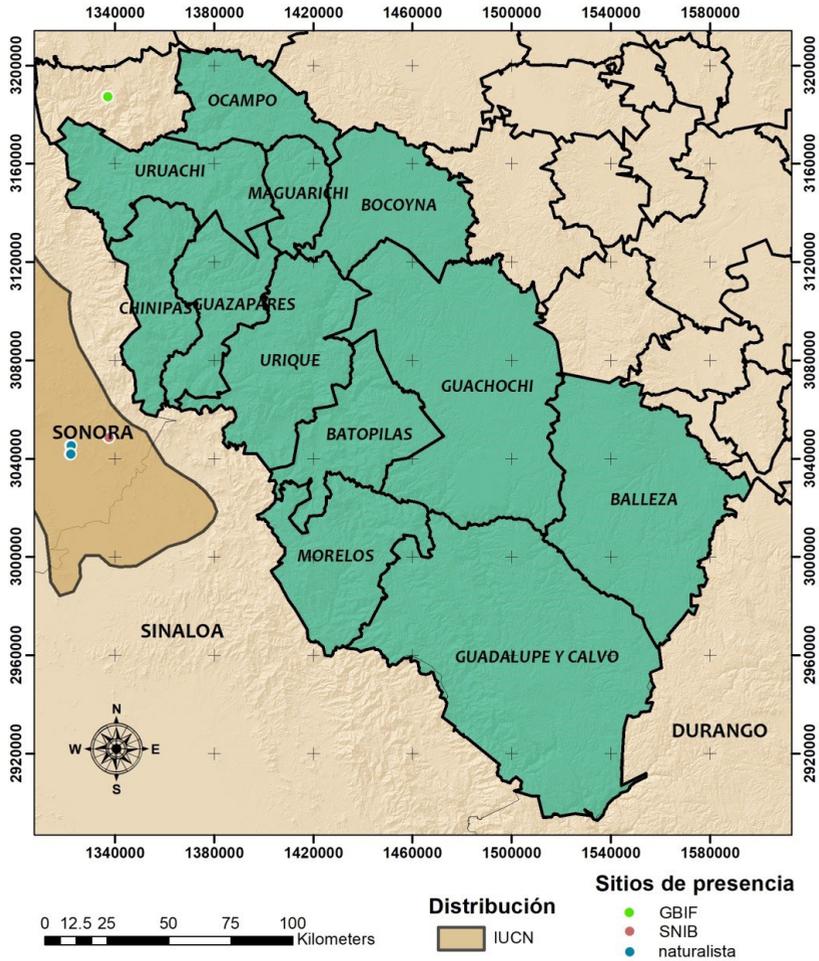


Figura 3. Especie de *Panthera onca arizonensis* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Union for Conservation of Nature (IUCN), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.



Laurel, Aureli

Litsea glaucescens (Kunth)

Figura 1. Especie de *Litsea glaucescens* con presencia en la Sierra Tarahumara.

<http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/206793>

Descripción.- Árbol o arbusto de 3 a 12 m de alto, tallos color café. Sus hojas alternadas a opuestas, glabras o pubescentes. Las inflorescencias tiene forma de un semi paraguas, solitarias o agrupadas en racimos cortos, axilares o en ramas sin hojas muy cortas. Las flores son en forma de campana, con 6 pétalos elípticos u ovalados, más o menos extendidos y tempranamente deciduos. Estambres en las flores masculinas de 9 a 12 filamentos, los internos con glándulas basales, anteras con 4 esporangios dispuestos en dos pares. Las flores femeninas con ovarios globosos, pero con 9 a 12 estambres. Fruto sostenido por un pedicelo más o menos engrosado y asentado en una cúpula.

Importancia.- No es endémica, pero tiene estatus de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es una planta comestible, ornamental y medicinal, por lo que su explotación y pérdida de hábitat son las principales amenazas.

Aspectos ecológicos.- Esta especie se utiliza como condimento y medicina (Martin, 1998). Los nativos de la Sierra utilizan el laurel en la medicina tradicional para diversos males, como catarro, gripa, gastritis, afecciones cardíacas, presión, mareos y para ayudar en el trabajo de parto. El manejo no sustentable de las poblaciones silvestres de esta planta ha llevado a la casi desaparición de la especie.

Localidad.- Amplia distribución en México. En la Sierra Madre Occidental se presenta en los bosques de transición, en porciones de bosque de encino y bosque de pino-encino, en altitudes que oscilan de los 1500–1800 msnm.



es.wikipedia.org

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Litsea glaucescens

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Distribución espacial actual y de sitios potenciales.

Unidad de medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

Esta especie está en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es un árbol importante desde el punto de vista comestible y decorativo que puede alcanzar entre 3 a 12 m de altura. A pesar de que tiene una amplia distribución en México, esta especie es sobreexplotada. Por su amplia distribución puede presentarse en diferentes tipos de hábitats. Sin embargo, en Chihuahua se presenta preferentemente en lugares húmedos. Las amenazas para esta especie son la destrucción del hábitat con fines agropecuarios y la falta de regulación en el aprovechamiento de este árbol.

Obtención del indicador

Registros de herbarios y reportes de las diferentes UMAFOR.

Fuentes de información

- Luna, M. I. 2003. Ficha técnica de *Litsea glaucescens*. Taxones del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Madre Oriental incluidos en la norma oficial mexicana. Herbario FCME, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W025. México, D.F.
- Royo, M. H. y A. Melgoza. 2005. Las plantas con estatus para el estado de Chihuahua. Folleto Técnico No. 14. INIFAP-CONAFOR-Fundación PRODUCE Chihuahua-SAGARPA. Chihuahua, Chih.

Frecuencia de medición

Cada 5 años.

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X		X	X

Línea base

Existen registros reportados por el GBIF y SNIB

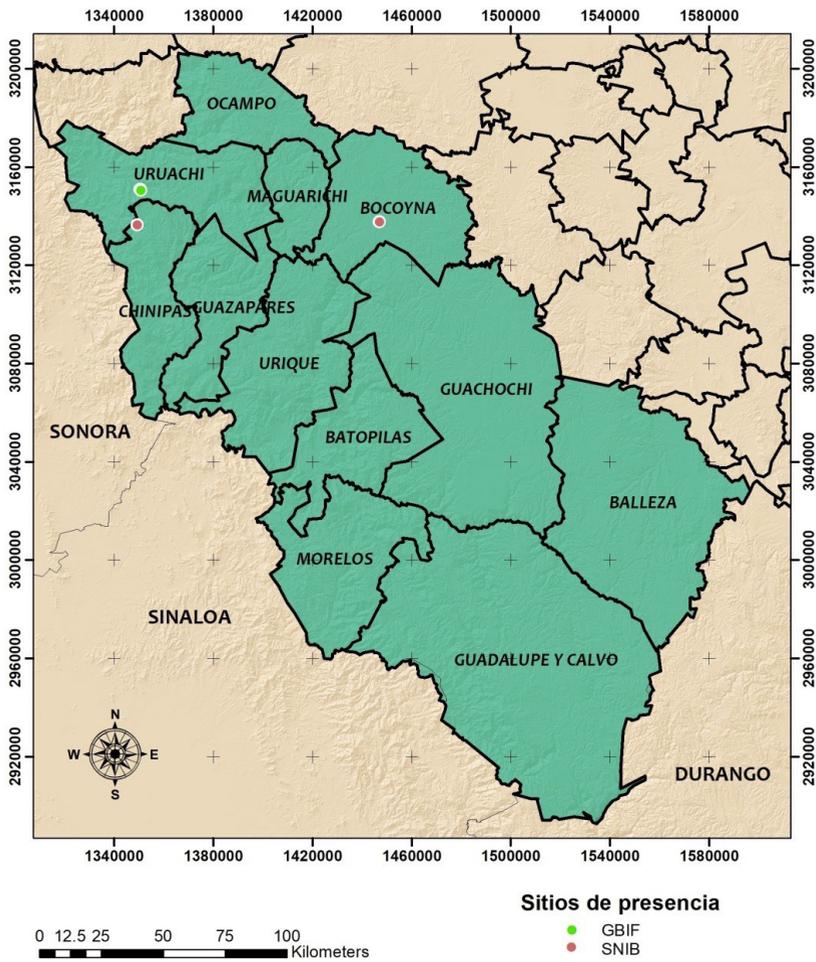


Figura 2. Especie de *Litsea glaucescens* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Nutria, Perro de Agua, Chan

Lontra longicaudis annectens (Major)

Figura 1. Especie de *Lontra longicaudis annectens* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Foto: Oscar Aranda Mena

Descripción.- Mamífero de tamaño mediano, 100 a 170 cm de largo y un peso aproximado de 15 kg. Su cuerpo es largo y delgado, tronco cilíndrico, ancho del cuello igual al ancho del cráneo. La cabeza es plana y redonda, hocico corto y ancho, patas cortas, membranas interdigitales y la planta de la pata es desnuda. La cola es ancha en la base, larga y de forma oval. La piel es suave y fina, color café oscuro a rojizo pálido, compuesta por dos capas: una de pelo largo y corto y otra de pelos suaves y abundantes; esta última protege a la nutria de que no se moje su cuerpo. Los machos son poco más grandes que las hembras.

Importancia.- No es endémica, pero tiene estatus de amenaza en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y como casi amenazada en la IUCN.

Aspectos ecológicos.- La vegetación ribereña densa y los bosques de galería son importantes para la permanencia de la nutria; las riberas de los ríos que tienen bancos de tierra (en donde gustan de cavar), además de playones, son condiciones preferidas por la especie, puesto que estas características del ambiente les brindan oportunidad de acondicionar madrigueras y resbaladeros en los cuales con frecuencia juegan.

Localidad.- Históricamente se distribuyó a lo largo de las vertientes del Océano Pacífico y Golfo de México. En los cuerpos de agua de la Sierra Madre Occidental se tienen registros de aproximadamente 30 años atrás. En años recientes no se ha visto esta especie, ni se tienen evidencias de su presencia.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Lontra longicaudis annectens

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador del cambio ambiental global y regional. A pesar de su amplia distribución en México, sus poblaciones se han reducido en forma muy considerable, muy probablemente por cambios de uso de suelo y disminución en la cantidad y calidad del agua.

Unidad de medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población. Larivière, en 1999, documentó densidades de 0.81 a 2.76 individuos por km² en las poblaciones de *L. longicaudis* en hábitats del noroeste de México.

Justificación

Esta especie es considerada "bandera"; se presenta en cuerpos de agua con vegetación riparia abundante (Larivière, 1999). En la NOM-059 tiene el estatus de amenazada (SEMARNAT, 2010). Son diversas las amenazas para esta especie: deforestación, contaminación y desecación de los cuerpos de agua y fragmentación del hábitat. Además, esta especie está sujeta a la cacería para uso comestible y peletería (Larivière, 1999). Estos factores han repercutido en la disminución de las poblaciones de la especie. En el área de la Sierra Tarahumara tan sólo se tiene un registro de avistamiento.

Obtención del indicador

Actualmente, el gobierno tiene interés en la localización y monitoreo de esta especie en el estado. Los datos de su presencia y distribución pueden ser obtenidos a través de avistamientos, evidencias de su presencia, encuestas, entre otros.

Fuentes de información

- Gallo, J. P. 1996. Distribution of the neotropical river otter (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) in the Rio Yaqui, Sonora, Mexico. International Union for the Conservation of Nature. 13:27-31.
- Gómez-Nísino, A. 2006. Ficha técnica de is. En: Medellín, R. (compilador). Los mamíferos mexicanos en riesgo de extinción según el PROY-NOM-059-ECOL- 2000. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W005. México, D.F.
- Larivière, S. 1999. *Lontra longicaudis*. Mammalian species. 609:1-5.

Frecuencia de medición

Cada año

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Silvoagropecuario	X		X	X

Línea base

Como línea base de esta especie indicadora dentro del área de ST se dispone de registros reportados por IUCN, GBIF y SNIF.

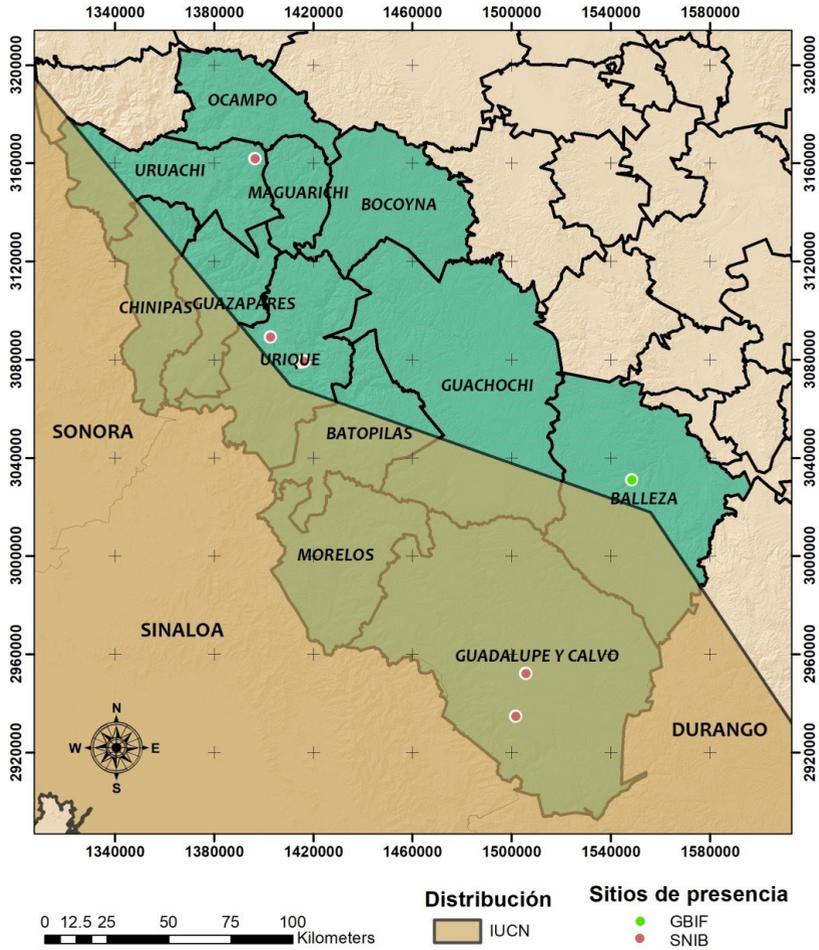


Figura 2. Especie de *Lontra longicaudis annectens* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Union for Conservation of Nature (IUCN), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Oso negro, Goji

Ursus americanus (Elliot)

Figura 1. Especie de *Ursus americanus* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Foto: Ramiro Uranga Thomas

Descripción.- Mamífero carnívoro de gran tamaño, 1.30 a 2 m de altura y un peso de 51 a 78 kg en hembras y 106 a 117 kg en machos. El perfil del rostro es recto, con garras cortas negras y ganchudas de 5 cm de longitud. El pelaje es color negro, alrededor del hocico es de color miel, aunque puede presentarse café oscuro a canela. Existe dimorfismo sexual: los machos son más grandes que las hembras.

Importancia.- Tiene una amplia distribución y presenta diferentes subespecies.

Aspectos ecológicos.- Su hábitat se caracteriza por terrenos abruptos y escarpados con amplia vegetación de sotobosque que le proporcionan alimento, cobertura de escape y sitios para establecer sus madrigueras; lejos de asentamientos humanos. La subespecie machetes, es la que se tiene a lo largo de la Sierra Madre Occidental (SMO), desde Janos hasta Guadalupe y Calvo. En la temporada invernal, el oso negro permanece en hibernación aproximadamente 5 meses (noviembre a marzo). Durante ese periodo, esta especie no orina, no defeca ni consume alimento o agua; sólo utiliza la grasa. En este periodo llega a perder hasta un 25 % de su grasa corporal.

Localidad.- Exclusiva para Norteamérica, en la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Ursus americanus

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Este indicador constituye una herramienta de planeación, que apoya acciones específicas en un contexto regional sobre el manejo y la conservación del hábitat, así como de la restauración de sus poblaciones y su hábitat.

Unidad de medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

Existen factores como la cacería ilegal, la fragmentación de hábitats y el cambio climático que modifican la densidad, los patrones de distribución y el comportamiento del oso negro. La falta de alimento puede provocar alteraciones en la reproducción, depredación de oseznos y emigración de individuos hacia sitios con mayor disponibilidad de recursos. La expansión de la población de osos ha provocado conflictos con el humano, tales como daños a propiedades y depredación de ganado. A pesar de que en Chihuahua su distribución se reporta para el 26 % de la superficie estatal (alrededor de 6 millones de ha), la parte sur de la ST presenta pocos reportes comparado con el norte. La subespecie *U. machetes* predomina en toda la ST y está incluida en la categoría de protección especial (Pr) y considerada como endémica (SEMARNAT, 2010). El oso negro se encuentra dentro de la lista de las 30 especies prioritarias para su conservación dentro del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) de la CONANP. La falta de información del público en general sobre la especie limita el generar una conciencia ambiental respecto a importancia del oso negro que permita la conservación de la especie. Es por esta situación que de forma oficial deben de ser preservados los individuos y hábitat en donde se desarrolla la especie.

Obtención del indicador

Además de los registros de presencia de las bases de datos existentes en CONABIO y CONANP, se pueden llevar a cabo inventarios (encuestas y trabajo en campo) para tener actualizada dicha base de datos. Es necesario restablecer el sistema de monitoreo en tiempo y presupuesto para evaluar la tendencia de las poblaciones de osos en términos de abundancia y distribución. Además de los métodos de captura y análisis de ADN, otros métodos aceptables como es el establecimiento de estaciones olfativas permanentes y conteo directo de animales son útiles y fáciles para conocer la densidad y distribución de poblaciones.

Fuentes de información

- PACE Oso Negro SMO e IdC. 2014. Programa de Acción para la Conservación del Oso Negro (*Ursus americanus*) en la Sierra Madre Occidental e Islas del Cielo.
- Carreón H. E., A. Lafón T., C. A. Delfín-Alfonso, y C. A. López-González (Eds.). Protección de la Fauna Mexicana A.C - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 44 p.

- Delgadillo, V. J. A. Técnicas de conservación y manejo del oso negro en México. Técnicas de conservación del oso negro.
- Delfín-Alfonso, C. A., C. A. López-González y M. Equihua. 2012. Potential distribution of american black bears in northwest Mexico and implications for their conservation. *Ursus* 23:65–77.
- Unidad de Manejo Forestal (UMAFOR) San Juanito. 2016. Bases de datos de diversidad de mamíferos. Chihuahua, Chihuahua.

Frecuencia de medición

Cada 3 a 5 años.

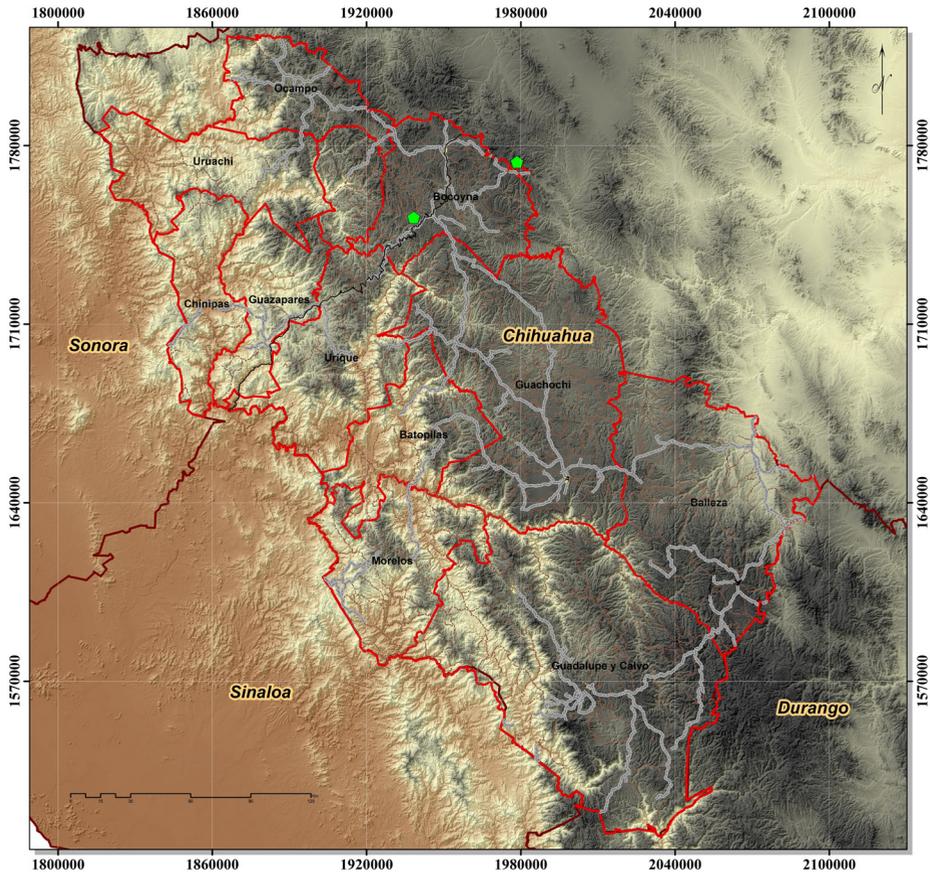
Alcance del Indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Silvoagropecuario	X	X	X	X

Línea base

Últimos datos obtenidos mediante fototrampas fueron proporcionados por la Unidad de Manejo Forestal “San Juanito” a través del proyecto Biodiversidad, año 2016. Otros datos están contenidos en la base de datos de CONABIO. Datos de registros de la UMAFOR San Juanito y datos obtenidos de <http://arctos.database.museum>.



Ursus americanus

Sitios de presencia



Límites

Área de estudio

Límite estatal

Área urbana



Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua



Altitud del área de estudio

3286 msnm

159 msnm



Vías de comunicación

Calle

Camino

Carretera

Vía férrea sencilla



Referencia cartográfica:

Sistema de coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert

Proyección: cónica Conforme de Lambert

Datum: ITRF 1992

Figura 2. Sitios reportados por el proyecto Tarahumara Sustentable a partir de fuentes de consulta y reportes.

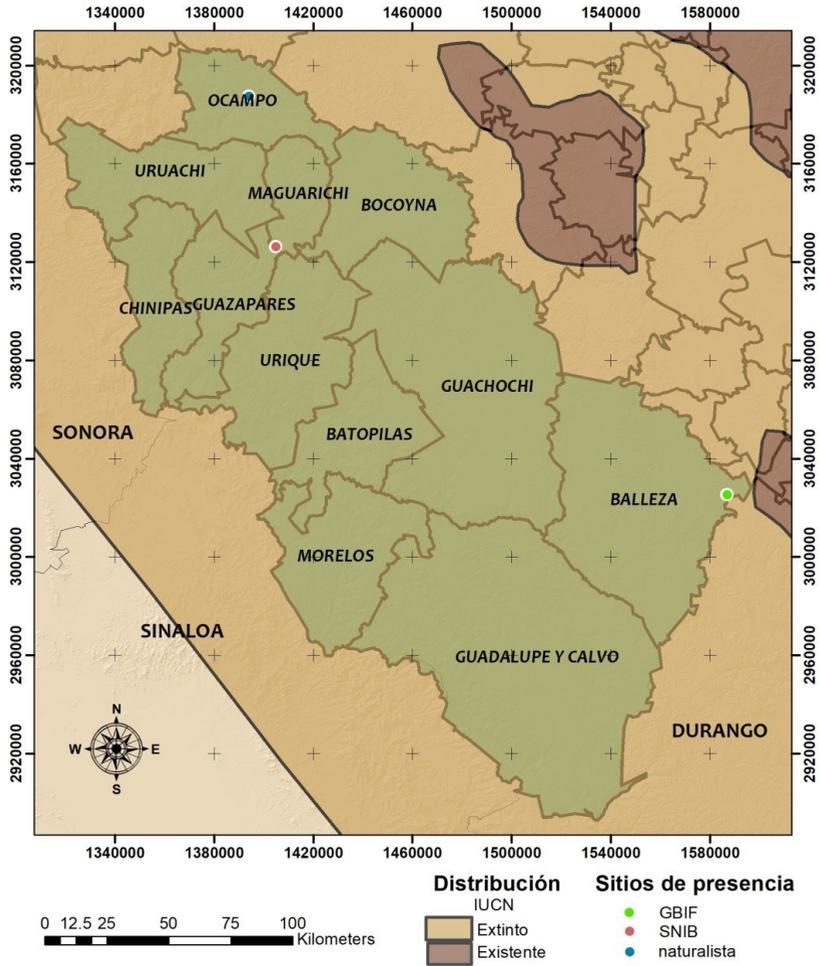


Figura 3. Especie de *Ursus americanus* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Union for Conservation of Nature (IUCN), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.



Pinabete, Ayarín, Cahuite

Pseudotsuga menziesii Var. *Glauca* (Beissn.)
Franco

Figura 1. Especie de *Pseudotsuga menziesii* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Dan Mullen, <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa>

Descripción.- Árbol de gran altura, hasta 40 m, la corteza es delgada en árboles jóvenes y gruesa en gruesa en adultos. Las ramas son subverticiladas e irregulares, con disposición horizontal y forman una copa cónica. Las hojas son lineares, rectas, con el envés glauco y el haz verde brillante. Los frutos en forma de cono, los masculinos miden de 2 a 3 cm de largo y los femeninos de 3.5 a 7 cm de largo, ovoides, agudos, solitarios o varios, de color rojizo o café amarillento con escamas delgadas, cada una de ellas con un apéndice alargado. La semilla mide de 0.5 a 0.6 cm por 0.3 a 0.4 cm de ancho con un ala de 1.2 a 1.5cm de largo.

Importancia.- Especie endémica y sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Aspectos ecológicos.- A causa del nivel de diferenciación morfológica y anatómica entre las poblaciones de *Pseudotsuga*, se sugieren estrategias de conservación (*in situ* y *ex situ*) para ellas, dentro de cada región geográfica; el nivel de variabilidad local y el posible valor adaptativo de algunas de estas características permite considerar a cada población como un recurso genético de gran valor potencial; la necesidad de protección es particularmente urgente en regiones en donde los árboles de *Pseudotsuga* están sujetos a factores que los pongan en riesgo.

Localidad.- Su distribución se limita a pocos manchones en cañadas y laderas generalmente en exposiciones y norte, húmedos y sombreados desde 2000 a 3200 msnm.



<https://commons.wikimedia.org>

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Pseudotsuga menziesii Var. *Glauca*

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Los requerimientos específicos de hábitat de cañadas hacen a esta especie susceptible a cambios de uso de suelo, incendios y cambio climático, entre otros factores.

Unidad de medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se estima la superficie en ha y se contabiliza el número de árboles de cada población para clasificarse en alta, media y baja densidad de población. También se contabilizan los arbolados menores a 10 cm de diámetro para el análisis de regeneración.

Justificación

Esta especie tiene características ambientales similares a los bosques de abeto (del género *Abies*), con condiciones ambientales muy particulares, como son suficiente humedad, presencia de arroyos permanentes y buena calidad de suelo. Las especies presentes han sido aprovechadas por la calidad de su madera por lo que su distribución es reducida, con algunos manchones en la Sierra Madre Occidental (Reyes et al., 2005). Dadas las condiciones de aislamiento y fragmentación que presentan los rodales legalmente se incluyó como especie amenazada desde 1994. En la última revisión de la NOM-059 (SEMARNAT-2010), el pinabete *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* está incluido en la categoría de protección especial (Pr).

Metodología para la obtención del indicador

Con base en registros documentados y puntos georeferenciados en campo sustentados en los estudios regionales de las Unidades de Manejo Forestal y en los Programas de Manejo Forestal. Para la colecta de datos de campo se emplea un sistema de muestreo sistemático con modificaciones de acuerdo a las condiciones particulares de las áreas y algunas limitaciones impuestas por el tamaño de los rodales; las unidades de muestreo que se recomiendan utilizar son tres parcelas circulares anidadas de 0.1, 0.05 y 0.005 ha; en la primera se miden los árboles mayores de 50 cm de diámetro normal, en la segunda los individuos con DN entre 10 cm y 50 cm. En la parcela de 0.005 ha se incluyen ejemplares cuyo diámetro es menor a 10 cm y altura total superior a 1.30 m, los cuales se consideran como regeneración avanzada.

Fuente de información

- Inventario Nacional Forestal y de Suelos México 2004-2009. Disponible en el sitio web: <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Inventario-Nacional-Forestal-y-de-Suelos> Consultado Abril 2016.
- Reyes, V., Vargas, J., López y H. Vaquera. 2005. Variación morfológica y anatómica en poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga* (Pinaceae). *Acta Botánica Mexicana* enero 2005 No. 70: 47-67. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Rzedowski, J. y M. Equihua. 1987. *Flora (Atlas Cultural de México)*. SEP. INAH. Edit. Planeta. Instituto de Ecología. A.C. San Mateo Tecoloapan, Edo. de México, México. SEMARNAT (Secretaría de Medio Am-

biente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 15 de diciembre de 2010.

Frecuencia de medición

Cada 5 a 10 años.

Último año de medición

Los últimos datos de medición son proporcionados por la Unidad de Manejo Forestal San Juanito A. C. en 2016.

Alcance del Indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Silvoagropecuario	X	X	X	X

Línea base del indicador

Se cuenta con los registros de presencia de la especie obtenidos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos México 2004-2009. Los sitios están agrupados en conglomerados. Sólo se muestran como línea base los sitios en los que se reporta la presencia de la especie.

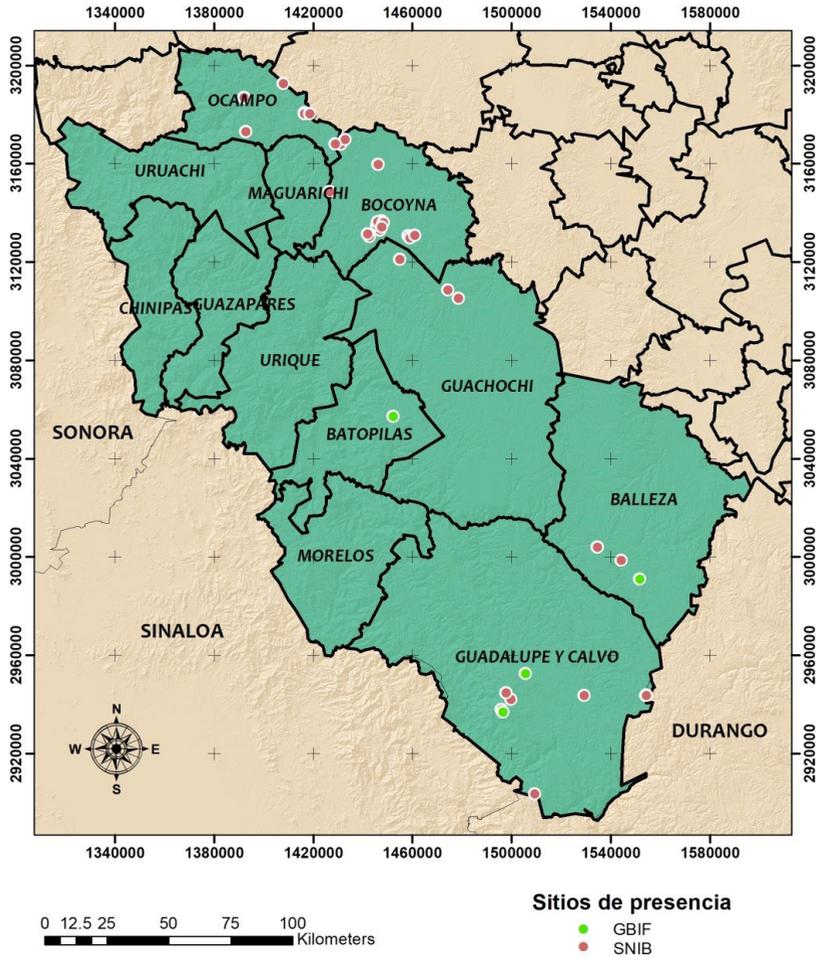


Figura 2. Especie de *Pseudotsuga menziesii* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Pinabete Espinoso, Mategó, Pinabete de Chihuahua

Picea chihuahuana (Martínez)

Figura 1. Especie de *Picea chihuahuana* con presencia en la Sierra Tarahumara.

ecured.cu

Descripción. - Árbol de hasta 35 m de altura con copa cónica. Corteza agrietada cuadrículada de color grisáceo o café cenizo, ramas curvadas hacia arriba. Hojas de 13 a 23 mm de largo, solitarias, rectas y poco curvadas en la punta, duras, color verde pálido con ápices agudos y punzantes. Los frutos son conos; los masculinos más pequeños que los femeninos solitarios o en pares, color castaño brillante o café-rojizo.

Importancia. - No es endémica de la Sierra Madre Occidental en Chihuahua, pero está sujeta a peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Aspectos ecológicos. - En Chihuahua los rodales con presencia del pinabete espinoso se concentran principalmente en los municipios de Bocoyna, Guerrero, Temósachi, y Guadalupe y Calvo; algunos de los agentes nocivos o amenazas que ponen en riesgo las poblaciones de *Picea* son: a) la plaga *Cydia phyllisi*, que afecta sus conos o estróbilos, dañando en buenos porcentajes a la semilla; b) hongos de los géneros *Nigrospora* y *Alternaria* que causan pudrición de la madera; c) actividades humanas que en el pasado han incidido en sus poblaciones, como derribo de ejemplares, despuntado de arbolado joven, incendios, entre otros.

Localización. - Área muy restringida en Chihuahua y Durango, sobre laderas húmedas en el bosque de pino-encino en elevaciones de 2200 a 2500 msnm.



ecured.cu

Nombre del indicador

Picea chihuahuana

Descripción breve

La distribución actual y potencial de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. La disminución de sus poblaciones como respuesta al aprovechamiento no sustentable o clandestino y la destrucción o modificación drástica del hábitat la ubica como una especie indicadora de calidad de hábitats.

Unidad de medición

Registro de presencia de las poblaciones en coordenadas geográficas. Se estima la superficie en ha y se contabiliza el número de árboles de cada población para clasificarse en alta, media y baja densidad de población.

Justificación

Es considerada una especie en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza e igualmente está clasificada en la NOM-059-SEMARNAT del 2010 como especie en peligro de extinción. Es un relicto endémico total o casi totalmente confinado a un área natural. Las causas de su estatus actual son: poblaciones geográficamente aisladas, reproducción irregular debido a la distribución heterogénea de edades en la población, escasa regeneración natural, tala ilegal para aprovechar su madera o complementar cargas de celulosa, cortes en forma clandestina de las puntas de árboles, o de árboles juveniles completos para utilizarlos como árbol de navidad. Las características del estado de salud de los hábitats en que se encuentra la clasifican como una especie indicadora de calidad de hábitats.

Metodología para la obtención del indicador

Registros de presencia documentados y georeferenciados en reportes, otras fuentes de literatura y datos obtenidos en campo. Para determinar densidad del arbolado en poblaciones grandes ya documentadas o identificadas en campo, se utilizan parcelas de dimensión fija de 1000 m². En poblaciones pequeñas, se realiza un conteo del arbolado para determinar la población y densidad. Los registros de las poblaciones se pueden relacionar con variables climáticas, topográficas de vegetación y suelo para producir mapas de distribución actual y potencial. Las bases de datos de estas variables continuas y categóricas se procesan con el programa de máxima entropía MAXENT.

Fuentes de información

- Aguilar-Soto, V., A. Melgoza-Castillo, F. Villarreal-Guerrero, C. Wehenkel y C. Pinedo-Alvarez. 2015. Modeling the potential distribution of *Picea chihuahuana* Martínez, an endangered species at the Sierra Madre Occidental, Mexico. *Forests* 6:692-707.
- Ledig, F. T., M. Mápula-Larreta, B. Bermejo-Velázquez, C. Flores-López, V. Reyes- Hernández y M. A. Capó-Arteaga. 2000. Locations of endangered spruce populations in México and the demography of *Picea chihuahuana*. *Madroño* 47:71-88.
- Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Chihuahua. 2008.

- Red Internacional de bosques Modelo (RIBM). 2010. Acerca de los Bosques Modelo.
- Disponible en el sitio web: <http://www.imfn.net/?q=node/43>.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 88p.

Frecuencia de medición

Cada 3 a 5 años.

Ultimo año de medición

Base de datos del 2000 (Ledig et al., 2000), desarrollo de mapas de distribución actual y potencial 2015 (Aguilar et al., 2015).

Alcance del Indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X	X	X	X

Línea base del indicador

Se cuenta con los registros de presencia de la especie obtenidos del GBIF y SNIB

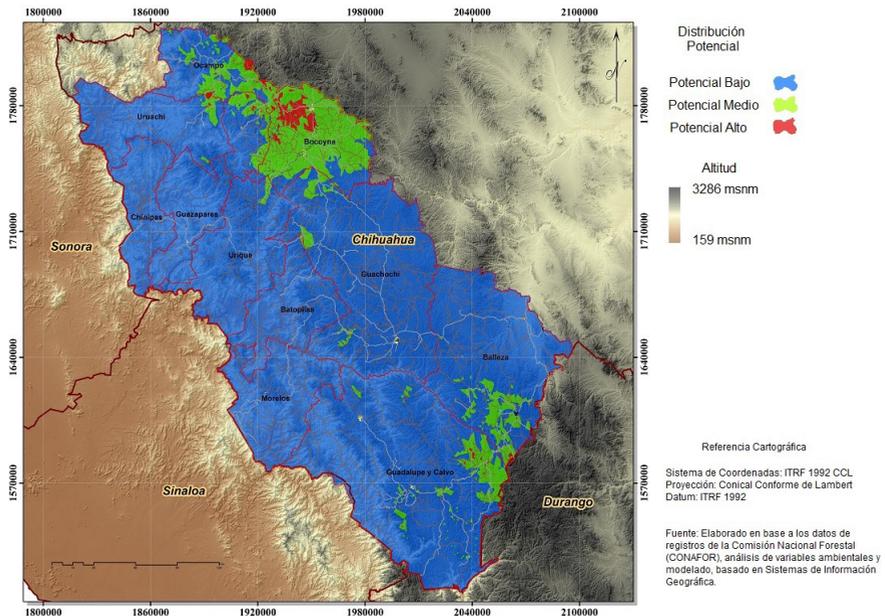


Figura 2. Mapa generado a través de la modelación del potencial de distribución de *Picea chihuahuana*, utilizando técnicas en Sistemas de Información Geográfica.

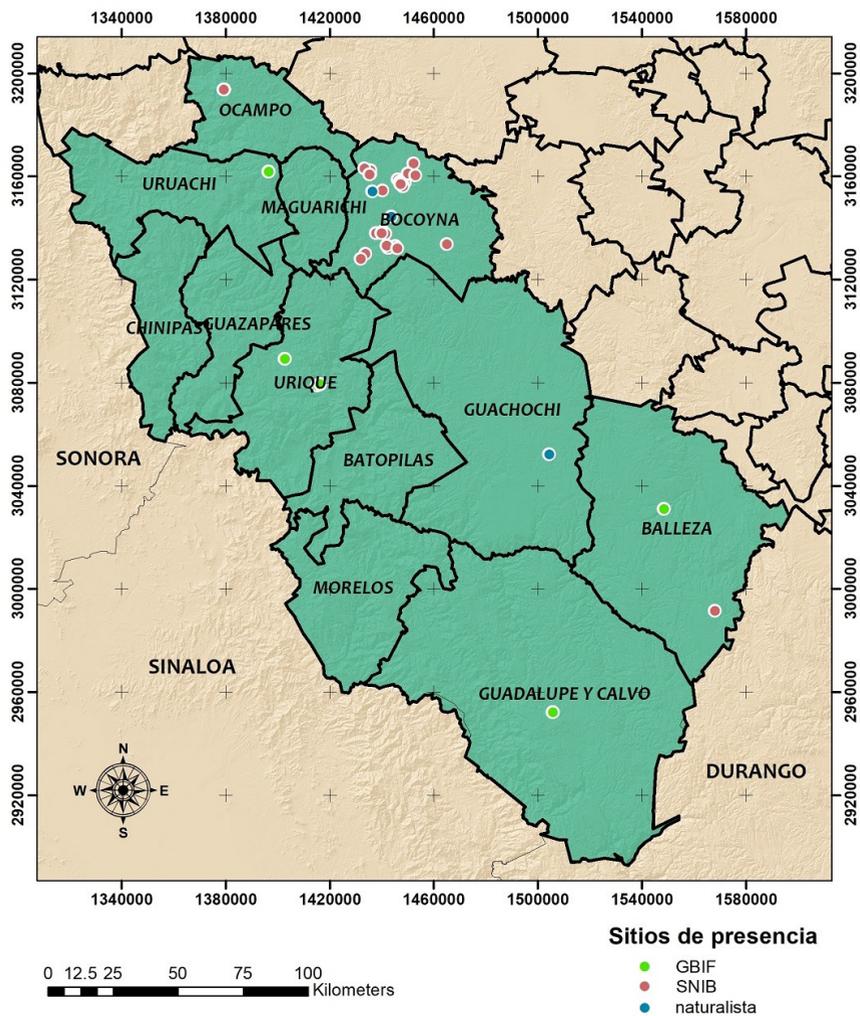


Figura 3. Especie de *Picea chihuahuana* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Pino Chihuahuana, Pino Apache, Pino Real

Pinus engelmannii (Carriere)

Figura 1. Especie de *Pinus engelmannii* con presencia en la Sierra Tarahumara

<http://naturalista.conabio.gob.mx>

Descripción.- Árbol de hasta 30 m de alto, copa redondeada y poco abierta, corteza color rojiza agrietada en placas largas y angostas. Las ramas son gruesas, algunas ascendentes y otras descendentes. Hojas de 20 a 43 cm de largo, en grupos de 2 a 5, color verde pálido o verde amarillento. Los frutos masculinos son conos alargados, color púrpura; los conos femeninos son asimétricos y color café amarillento.

Importancia.- Tiene un amplio uso forestal, sus amenazas pueden ser por sobreexplotación y cambio climático.

Aspectos ecológicos.- Las hojas son utilizadas para fabricar canastas (o guares) y otras artesanías; también como planta medicinal es utilizada para tratar inflamación de los riñones, acné y llagas. Esta especie es el hábitat de múltiples especies de vertebrados, como aves y pequeños mamíferos; sus semillas son fuente de alimento de pájaros, ardillas y otros roedores. Se ha visto que los cóconos gustan de utilizar a esta especie para protegerse y descansar por las noches.

Localización.- Común en la Sierra Madre Occidental entre los 1800 a 2900 msnm. Crece sobre laderas, cañadas y mesetas en áreas de suelos profundos.



<http://conifersgarden.com>

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Pinus engelmannii

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Si bien, es una especie abundante debido al aprovechamiento selectivo e intenso de su madera, puede ser indicadora de tasas de extracción con impactos de degradación.

Unidad de medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

El *P. engelmannii* es una de las especies utilizadas con fines maderables. Esta especie puede ser utilizada como indicador ya que está ampliamente distribuida, llega a formar poblaciones casi puras y es fácilmente reconocida por técnicos forestales. También, su actual distribución va de los 1,524 a 2,750 m por lo que su movimiento a mayores elevaciones puede ser utilizada como indicadora de respuesta del ecosistema ante cambio climático. La importancia económica de este pino lo coloca dentro de programas federales para su conservación, selección y mejoramiento genético. La eliminación de árboles de esta especie puede reducir la calidad del hábitat para el búho moteado, especie con estatus.

Metodología para la obtención del indicador

Su importancia económica es fácilmente reconocida e inventariada. Su presencia está registrada en los inventarios nacionales forestales, inventarios de UMAFORs como parte de sus programas y en bases de datos del INIFAP como parte del programa de mejoramiento de esta especie. Para la colecta de datos de campo se emplea un sistema de muestreo sistemático con modificaciones de acuerdo a las condiciones particulares de las áreas y algunas limitaciones impuestas por el tamaño de los rodales; las unidades de muestreo que se recomienda utilizar son tres parcelas circulares anidadas de 0.1, 0.05 y 0.005 ha; en la primera se miden los árboles mayores de 50 cm de diámetro normal, en la segunda los individuos con DN entre 10 cm y 50 cm. En la parcela de 0.005 ha se incluyen ejemplares cuyo diámetro es menor a 10 cm y altura total superior a 1.30 m, los cuales se consideran como regeneración avanzada. Estos registros se pueden utilizar con el programa MAXENT para desarrollar mapas de distribución actual y potencial.

Fuentes de información

- Barton, A. M. y J. A. James. 1993. The ecology of elevational positions in plants: drought resistance in five montane pine species in southwestern Arizona. *American Journal of Botany*. 80:15-25.
- Barton, A. M. 2002. Intense wildfire in southeastern Arizona: transformation of a Madrean oak-pine forest to oak woodland. *Forest Ecology and Management*. 165:205-212
- Martínez-Salvador, M., R. D. Valdez-Cepeda y M. Pompa-García. 2013. Influencia de variables físicas en la productividad de *Pinus arizonica* y *Pinus engelmannii* en el sur de Chihuahua, México. *Madera y Bosques* 19:35-49.

Frecuencia de medición

Cada 1 a 5 años.

Último año de medición

Los últimos datos de medición son los generados por la actualización del Inventario Forestal Nacional del año 2005.

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X	X	X	X

Línea base del indicador

Base de datos del Inventario Nacional Forestal, CONAFOR 2005.

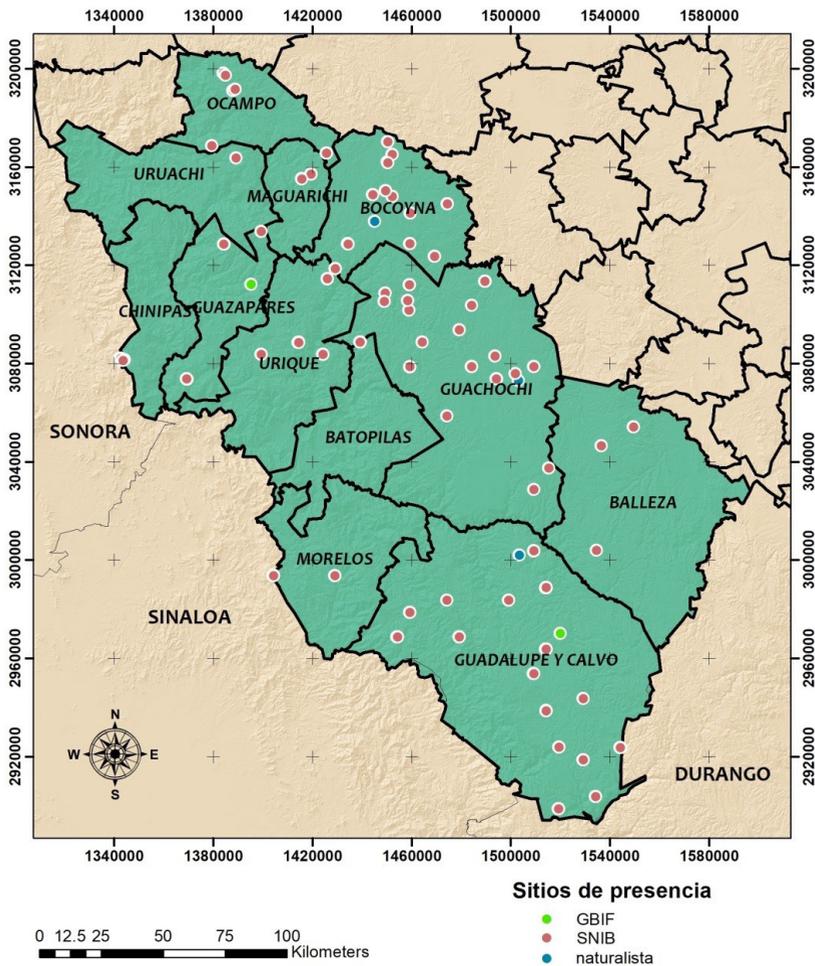


Figura 2. Especie de *Pinus engelmannii* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.



Salamandra Tarahumara, Salamandra Panza Rosa, Ajolote

Ambystoma rosaceum rosaceum (Taylor)

Figura 1. Especie de *Ambystoma rosaceum* con presencia en la Sierra Tarahumara.

madrean.org

Descripción.- Es de tamaño mediano después de la metamorfosis; los adultos pueden medir 8.5 cm de la cloaca al hocico y una longitud total de 15.2 cm. Cuando adultos tienen una coloración oscura con algunos puntos blancos o amarillos; también pueden presentarse en el dorso y costados. En estado de larva, la longitud entre hocico y cloaca es de 0.9 a 3.5 cm de color café oscuro con puntos claros.

Importancia.- Esta especie puede ser indicadora de calidad de agua; es endémica y está sujeta a protección especial en la sujeta a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y como de preocupación menor en la IUCN.

Aspectos ecológicos.- Es una especie atractiva ya que presenta branquias externas en forma de antenas alrededor del cuello, al madurar desaparecen. Son de movilidad lenta y se encuentran limitadas a las partes someras de ríos y arroyos. En el bosque, a los adultos se les puede encontrar bajo rocas y troncos caídos. La salamandra forma parte de la dieta de las culebras.

Localización.- La especie se encuentra en la parte norte de la Sierra Madre Occidental, por arriba de los 1900 msnm. En Chihuahua existen registros para los municipios de Chínipas, Maguarichi, Urique, Bocoyna, Batopilas, Guachochi, Guadalupe y Calvo y Balleza.



Foto:
Carlos Meléndez Olivas

Nombre del indicador

Ambystoma rosaceum rosaceum

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Su distribución responde a cambios de calidad de hábitat y patrones de variabilidad climática, razones por las cuales es considerada como una especie indicadora.

Unidad de medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

La salamandra es una especie endémica de México y está sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La IUCN la cataloga de preocupación menor. La especie se encuentra en la parte norte de la Sierra Occidental en los estados de Sonora, Chihuahua, Durango y Zacatecas. Entre las posibles amenazas para esta especie están el cambio de hábitat, agricultura, ganadería y depredadores nativos e introducidos (<http://amphibiaweb.org> 13/04/2016). Su importancia como especie indicadora radica en su respuesta rápida al cambio ambiental regional, principalmente al cambio climático.

Metodología para la obtención del indicador

Además de los registros existentes se pueden llevar a cabo muestreos para actualizar los datos poblacionales y relacionar la calidad de hábitat con la presencia de la especie. Se realizan recorridos de longitud mediante transectos previamente establecidos de acuerdo a las condiciones de hábitat de la especie. También es posible utilizar cuadrantes delimitados sobre el terreno de tamaño conocido para identificar y contar a todos los individuos ahí presentes. Varios modelos de distribución se pueden aplicar a la información.

Fuentes de información

- Lemos, E. J. A. y H. M. Smith. 2007. Anfibios y Reptiles del estado de Chihuahua, Mexico. Universidad Autónoma de Mexico. CONABIO.
- Tanner, W. W. 1989. Amphibians of Western Chihuahua. Great Basin Naturalist 49:38-59.
- http://amphibiaweb.org/cgi/amphib_query?where-genus=Ambystoma&where-species Consultado 13/04/2016. <http://portal.vertnet.org> Consultado 13/04/2016.

Frecuencia de medición

Cada dos años.

Último año de medición

En años recientes no existen datos de medición de poblaciones de la especie en la Sierra Tarahumara. Los datos reportados en el protocolo corresponden a referencias de Vernet con registros de 1950 a 1960.

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X	X	X	X

Línea base del indicador

Existe información relacionada con la especie. Los registros obtenidos son los consultados en referencias del portal IUCN, GBIF, SNIB y Naturalista.

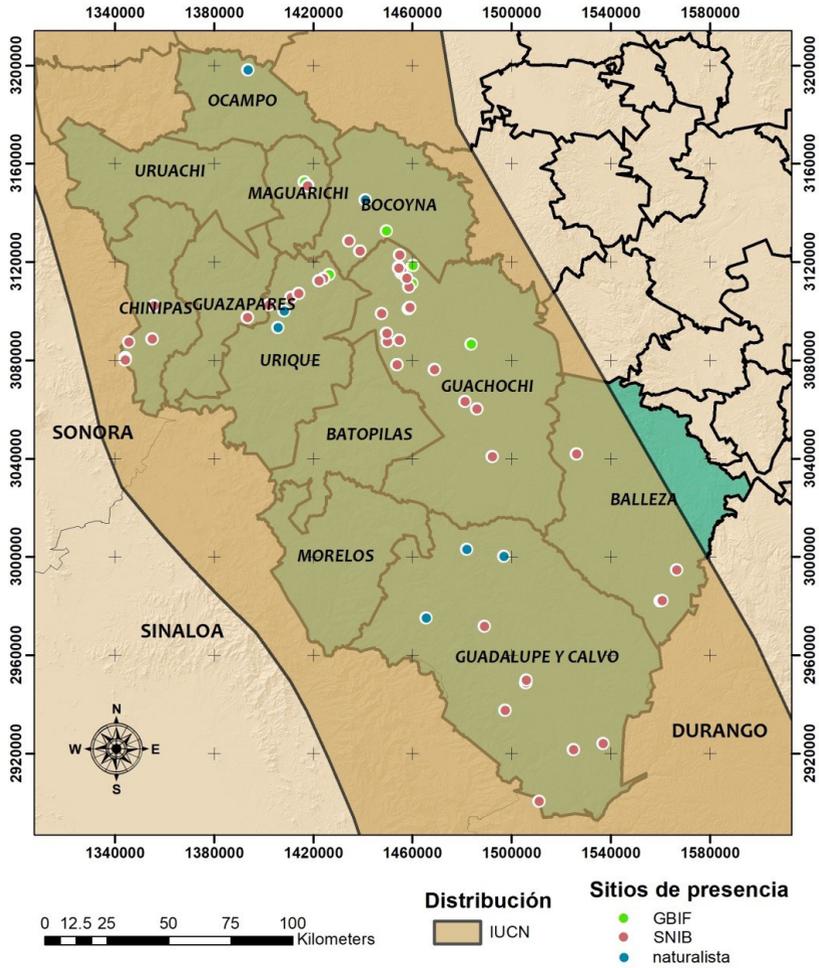


Figura 2. Especie de *Ambystoma rosaceum* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Union for Conservation of Nature (IUCN), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Táscate Sabino, Ciprés

Cupressus lusitánica (Mill)

Figura 1. Especie de *Cupressus lusitánica* con presencia en la Sierra Tarahumara.
phytoimagenes.siu.edu

Descripción.- Árbol de gran tamaño, de 10 a 40 m de alto con un diámetro al pecho de hasta 80 cm, perennifolio. La corteza es color gris o pardo rojizo, se puede desprender fácilmente en bandas largas y estrechas, resinosas. Tiene una copa de forma cónica y sus ramas son extendidas poco ascendentes. Las hojas con imbricadas, aproximadamente 0.2 cm de largo y 0.1 cm de ancho en forma de escamas con un ápice agudo, color verde azulado oscuro. Los conos masculinos de forma oval, 0.4 cm de largo, amarillos, presentes en las partes terminales de las ramas; los conos femeninos son globosos, de 0.8 a 1.6 cm de diámetro, color café rojizos, dehiscentes y se presentan en las axilas de las ramas. Se han reportado hasta 70 semillas por cono.

Importancia.- No es endémica para la región, pero sí sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En algunos trabajos se considera sinónimo de *C. lindleyi*.

Aspectos ecológicos.- El ciclo reproductivo de esta conífera es de dos años; la fructificación se da en el periodo de agosto a enero del primer año y la maduración de los conos se presenta de octubre a enero del segundo año (Lebgue et al., 2015).

Localización.- En laderas y cañadas u orillas de los arroyos y en áreas sembradas en la Sierra Madre Occidental, entre los 1700 y 2800 msnm.



conabio.inaturalist.org

Nombre del indicador

Cupressus lusitánica

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Esta especie puede ser indicadora de calidad del hábitat.

Unidad de medición

Registro de presencia de las poblaciones en coordenadas geográficas. Se estima la superficie en ha y se contabiliza el número de árboles de cada población para clasificarse en alta, media y baja densidad de población.

Justificación

El táscate sabino se presenta en ecosistemas de clima templado y frío; contribuye a la retención de suelos, control de la erosión, protección de mantos freáticos, hábitat para fauna silvestre y valor estético (Bendímez-Salinas, 2007). El arbolado no es abundante y los espacios que ocupa son microhábitats con buena biodiversidad y buena calidad de sitio, aspectos de importancia para la conservación de esta especie y los hábitats que ocupa. En estas condiciones la fauna silvestre encuentra condiciones favorables para desarrollarse, habitar y ser parte de ecosistemas funcionales y sustentables. Esta especie, junto con otras como *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* y *Picea chihuahuana*, forman parte de un hábitat propicio para otras especies de fauna con estatus como el búho moteado, entre otros (Young et al., 1998). Estas son algunas razones que llevaron a considerar a esta *Cupressaceae* como especie amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, quedando incluida en la categoría de protección especial (Pr). Es por ello que de forma legal deben de ser respetados los individuos pertenecientes a esta especie.

Metodología para la obtención del indicador

Con base en registros documentados y puntos georeferenciados en campo sustentados en los estudios regionales de las Unidades de Manejo Forestal (UMAFOR) y en los Programas de Manejo Forestal. Al igual que las poblaciones de pinabete, para la colecta de datos de campo se emplea un sistema de muestreo sistemático con modificaciones de acuerdo a las condiciones particulares de las áreas y algunas limitaciones impuestas por el tamaño de los rodales; las unidades de muestreo que se recomienda utilizar son tres parcelas circulares anidadas de 0.1, 0.05 y 0.005 ha; en la primera se miden los árboles mayores de 50 cm de diámetro normal, en la segunda los individuos con DN entre 10 cm y 50 cm. En la parcela de 0.005 ha se incluyen ejemplares cuyo diámetro es menor a 10 cm y altura total superior a 1.30 m, los cuales se consideran como regeneración avanzada.

Fuentes de información

- Bendímez-Salinas, S. G. 2007. Análisis taxonómico y distribución de la familia Cupressaceae en el estado de Durango. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Durango. 63 P.
- Rzedowski, J. y M. Equihua. 1987. Flora (Atlas Cultural de México). SEP. INAH. Edit. Planeta. Instituto de Ecología. A.C. San Mateo Tecoloapan, Edo. de México, México.

- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 15 de diciembre de 2010.
- Tarango, L. A. 1994. Mexican spotted owl distribution and habitat characterizations in southwestern Chihuahua, Mexico. Master in Sciences thesis, New Mexico State University, Las Cruces, NM. USA.
- Young, K. E., R. Valdez, P. J. Zwank y W. D. Douglas III. 1998. Density and roost site characteristics of spotted owls in the Sierra Madre Occidental, Chihuahua, Mexico. Condor 100: 732-736.

Frecuencia de medición

Cada 5 años.

Último año de medición

Los últimos datos de medición son proporcionados por el Inventario Nacional Forestal 2005.

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X	X	X	X

Línea base del indicador

Se cuenta con los registros de presencia de la especie obtenidos del Inventario Nacional Forestal. Sólo se muestran como línea base los sitios en los que se reporta la presencia de la especie, los cuales están dispuestos en conglomerados de puntos de muestreo.

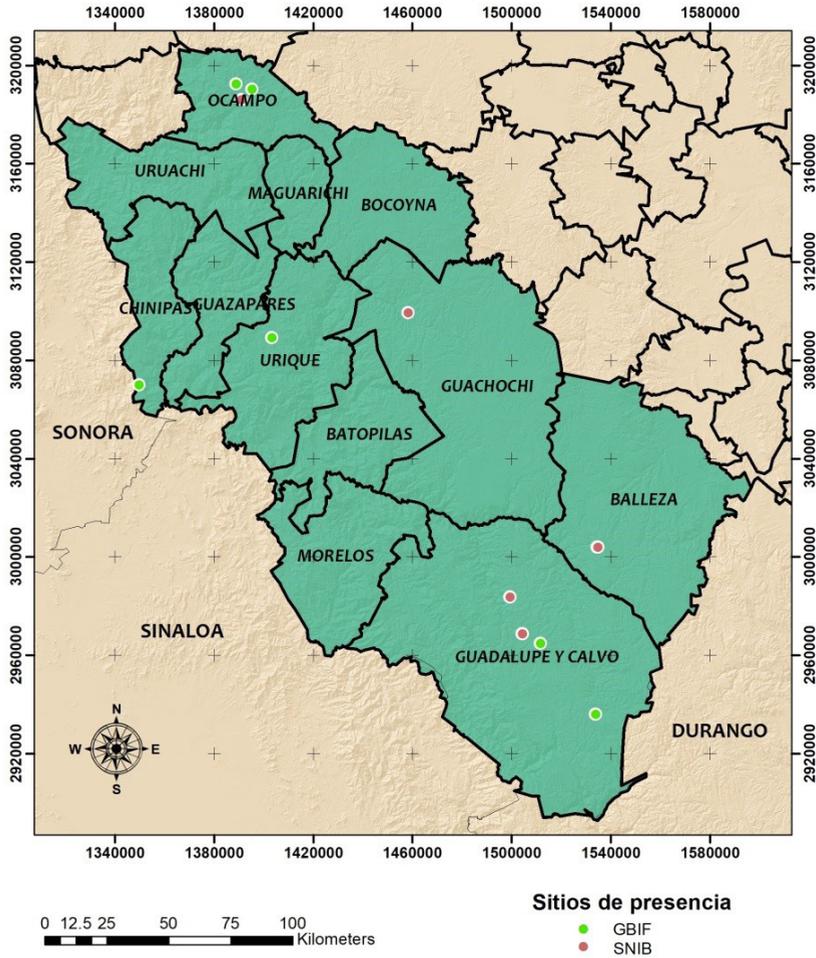


Figura 2. Especie de *Cupressus lusitánica* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Tecolote Moteado, Búho Moteado, Lechuza Manchada

Strix occidentalis lucida (Nelson)

Figura 1. Especie de *Strix occidentalis lucida* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Blake Matheson, <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa>

Descripción. - Ave de tamaño mediano, 41 a 48 cm de largo y un peso de 520 a 720 g. Las hembras son más grandes y pesadas que los machos. El plumaje es de color café chocolate, el cuello y el pecho presentan bandas color claro y las plumas del abdomen con motas café oscuro. La cola es larga con 4 a 6 bandas claras, los tarsos y dedos completamente emplumados; cuando jóvenes café claro. La cabeza es grande y redonda sin plumas auriculares, los discos faciales color café con círculos concéntricos más oscuro en cada ojo. El pico es de color amarillo verdoso.

Importancia. - Puede utilizarse como indicador de bosques viejos; no es endémica, pero está amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y como amenazada en la IUCN.

Aspectos ecológicos. - Esta especie habita en cañones densamente arbolados, en bosques húmedos y es estrictamente nocturna. El decremento de su población se debe en parte a la destrucción de su hábitat (Dunn, 1994). Su alimentación incluye una amplia variedad de mamíferos pequeños, aves, reptiles e insectos.

Localización. - Hay registros en la Sierra Madre Occidental en Arroyo Tinaja y Pinos Altos.

Nombre del indicador

Strix occidentalis lucida

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. La especie prefiere bosques de crecimiento viejo, por lo que es indicadora de calidad de hábitat.

Unidad de medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

En 1993, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (FWS) incluyó al búho moteado mexicano en la categoría de amenazado en el Acta de Especies Amenazadas (ESA). Las dos razones principales para incluirlo en esta lista fueron: 1) alteración de su hábitat y 2) las malas prácticas en los planes de manejo para los bosques. En México, particularmente en los bosques de pino encino de la Sierra Tarahumara, la fragmentación y destrucción de su hábitat (bosques densos, bosques maduros o sobremaduros), producida mayormente por la tala inmoderada e incendios forestales, ha limitado su capacidad reproductiva y de dispersión, a tal grado que su población se clasifica como amenazada según la NOM 059 (SEMARNAT, 2010).

Metodología para la obtención del indicador

La biología, descripción de la especie y características de los sitios de perchas están documentados en U.S. Fish and Wildlife Service (1995), Tarango et al. (1997) y Young et al. (1998). Los tecolotes se localizan por su respuesta a imitaciones de su reclamo mediante el establecimiento de estaciones de llamado en cañadas, barrancas, lomeríos y a lo largo de caminos y brechas. En hábitats con arbolado continuo se puede aplicar un muestreo sistemático, el cual consiste en recorridos (a pie o en vehículo, según el terreno) de transectos de longitud variable con estaciones de llamado cada 500 m en promedio. En cada sitio donde se observa el tecolote se caracteriza su hábitat en una parcela circular de 0.04 ha y se registran las coordenadas del lugar de percha (encino, pino, peñasco, etc.) y la altura (m) de percha. Las coordenadas (longitud y latitud) y la altitud se toman con un Sistema de Posición Global. La densidad de tecolotes moteados se estima como el número de tecolotes por unidad de área de cada parcela.

Fuentes de información

- Tarango, L., R. Valdez, J. Zwank y M. Cárdenas. 1997. Mexican spotted owl habitat characteristics in southwestern Chihuahua, Mexico. *Southwestern Nat.* 42:132- 136.
- UMAFOR San Juanito. Base de datos de aves. Programa de Monitoreo de Biodiversidad. U.S. Fish and Wildlife Service. 1995. Final Recovery Plan for the Mexican Spotted Owl (*Strix occidentalis lucida*), First Revision. U.S. Fish and Wildlife Service. Albuquerque, New Mexico, USA. 413 pp.
- Young, K. E., R. Valdez, P. J. Zwank y W. R. Would. 1998. Density and roost site characteristics of spotted owls in the Sierra Madre Occidental, Chihuahua, México. *Condor* 100:732-736.

Frecuencia de medición

De 3 a 5 años.

Último año de medición

En años recientes no existen datos de medición de poblaciones de tecolote moteado en la Sierra Tarahumara. Las últimas mediciones se realizaron por Young et al. en 1998.

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X	X	X	X

Línea base del indicador

En las últimas mediciones realizadas por Young et al. (1998), se estimaron densidades brutas de 0.089 tecolotes/km². Para ese año, en nueve parcelas dentro del municipio de Bocoyna se documentaron 35 tecolotes moteados: 14 parejas, 3 machos solitarios y un juvenil. Registro de presencia de Tecolote moteado en coordenadas UTM.

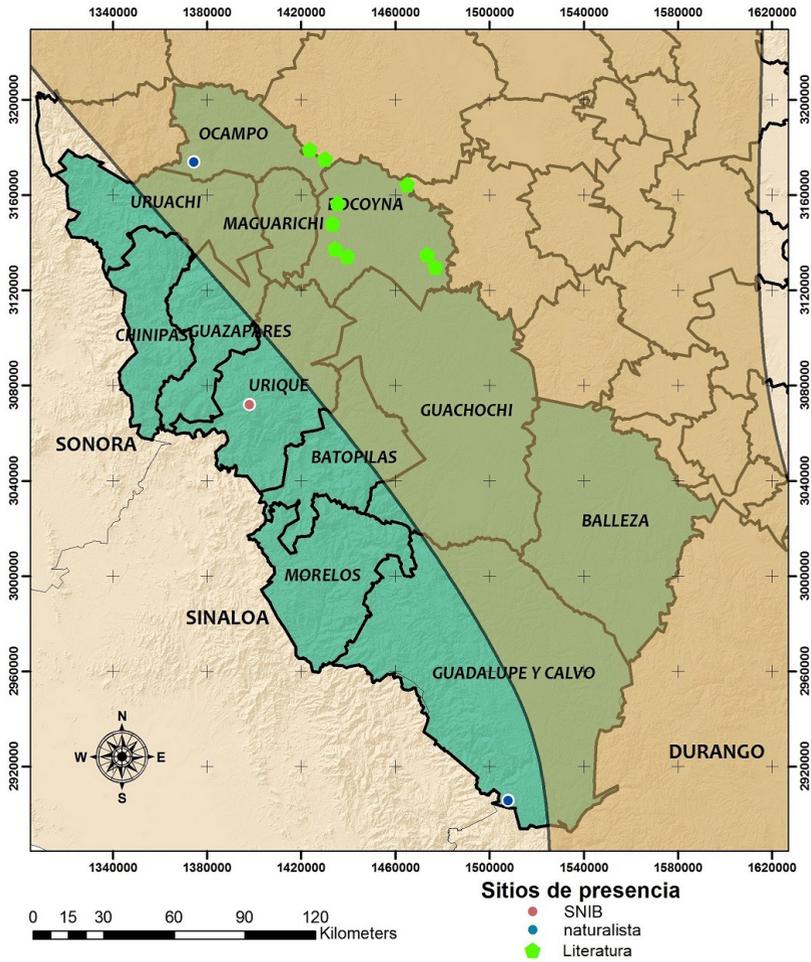


Figura 2. Especie de *Strix occidentalis lucida* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.



Trogón Orejón, Chicharo

Euptilotis neoxenus (Gould)

Figura 1. Especie de *Euptilotis neoxenus* con presencia en la Sierra Tarahumara.

aecuvis.org

Descripción.- Es la tercera ave más grande de su especie en México, mide 33 cm de longitud. A pesar de que se presenta dimorfismo en la especie, la coloración del pico es gris en ambos sexos, carácter que lo distingue de otras especies; además, tienen un mechón de plumas laxas en la región auricular. El macho es de color verde metálico en el dorso y pecho; la cabeza y garganta son color negro con iridiscencias verdes y algunas plumas azules en la rabadilla. La parte dorsal de la cola es color azul metálico oscuro con puntas blancas en las plumas externas. El plumaje del vientre y coberturas inferiores de la cola son color rojo. La hembra es parecida al macho, pero con el pecho y la cabeza de color gris oscuro.

Importancia.- Endémica y con estatus de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010; como casi amenazada en la IUCN.

Aspectos ecológicos.- Esta ave se reproduce al inicio de la primavera y entre junio – septiembre pueden encontrarse individuos juveniles. En el otoño su fuente principal de alimento son los frutos del madroño. Los encuentros con este pájaro en la actualidad son ocasionales, y sólo llega a escucharse en bosques con buena calidad y lejos de la presencia humana.

Localización.- Tiene amplia distribución en los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Nayarit, Zacatecas, Jalisco y Michoacán, en bosques de pino-encino con elevaciones de 1900 a 3000 msnm en la Sierra Madre Occidental.



© Alejandro Gómez-Nisino,
<http://naturalista.conabio.gob.mx>

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Euptilotis neoxenus

Descripción breve

Su distribución actual es un indicador de la dinámica de la población. A pesar de su amplia distribución, la población se está reduciendo.

Unidad de medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

Esta especie es endémica del norte de la Sierra Madre Occidental. La principal amenaza es la destrucción del hábitat por incendios forestales, cambio de uso de suelo y explotación forestal. Es una especie indicadora de la salud de los hábitats riparios en los que es más abundante y se reproduce. Aparece en la NOM-059 como especie amenazada (SEMARNAT, 2010). El trogón orejón se muestra restringido a los bosques de pino-encino localizados en cañones o hábitats riparios con coberturas de dosel mayores al 60 %. Se asocia con especies de coníferas de buena condición de sitio como *Pinus ayacahuite*, *Pinus arizonica*, *Pinus durangensis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Abies concolor* y especies de hoja ancha como *Quercus sideroxyla*, *Populus tremuloides* y *Alnus sp.* El conocimiento de la dinámica de distribución es un buen indicador del buen estado de salud de las áreas forestales de la ST.

Metodología para la obtención del indicador

Existen pocas estimaciones sobre el tamaño de las diferentes poblaciones, tanto a escala local como a nivel regional. Se utiliza la técnica de recorridos en transectos de 1.5 a 2 kilómetros, a partir del cual se registran nidales y áreas de alimentación. Se han registrado hasta un máximo de nueve parejas en un área de 1 km de hábitat de cañada en un bosque dominado por *Populus tremuloides* y grupos de hasta 12 trogones en el mes de junio.

Fuentes de información

- Monterrubio, R. T. C. y L. Téllez. 2009. Ficha técnica de *Euptilotis neoxenus*. En: Escalante-Piego. P. (compilador). Fichas sobre las especies de aves incluidas en Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-ECOL-2000. Parte 1. Instituto de Biología, UNAM. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W007. México, D.F.
- Unidad de Manejo Forestal (UMAFOR) San Juanito. 2016. Bases de datos de diversidad de aves. Chihuahua, Chihuahua.

Frecuencia de medición

Cada tres años.

Último año de medición

2016.

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X	X	X	X

Línea base del indicador

Últimos datos obtenidos mediante recorridos proporcionados por la Unidad de Manejo Forestal (UMAFOR) San Juanito a través del proyecto Biodiversidad, 2016. Otros datos están contenidos en la base de datos de CONABIO.

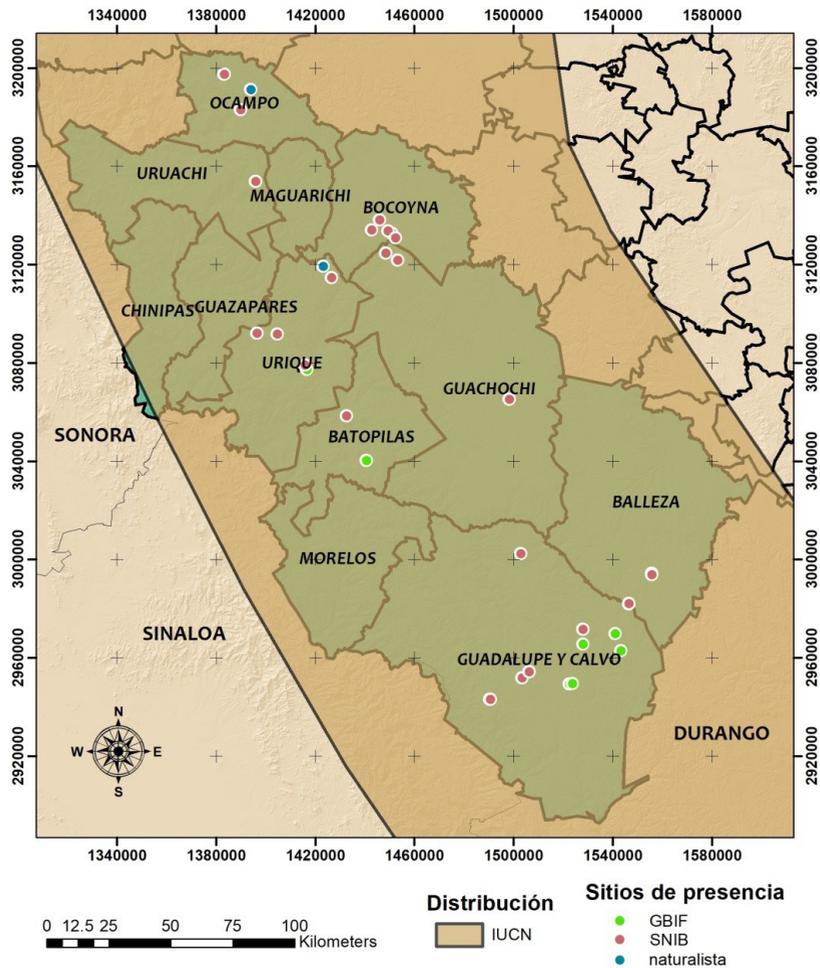


Figura 2. Especie de *Euptilotis neoxenus* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Union for Conservation of Nature (IUCN), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.



Víbora de Cascabel, Chachamuri

Crotalus pricei (Van Denburgh)

Figura 1. Especie de *Crotalus pricei* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Foto: Eduardo Sígala Chávez

Descripción. - Víbora de cascabel pequeña. Se distingue por el patrón de coloración de 39 a 63 pares de manchas oscuras redondas en dos filas paravertebrales sobre el cuerpo; en algunas ocasiones las manchas están fusionada en la línea vertebral en bandas trasversales cortas. La tonalidad de sus colores es gris, azul grisáceo o café, las manchas pareadas son color café oscuro y frecuentemente con orilla clara o bordes oscuros, una raya café oscura se extiende desde la parte inferior del ojo hasta la esquina posterior de la cabeza. El cascabel es color anaranjado.

Importancia. - Esta especie es endémica y con estatus de protección especial en la Nom-059-SEMARNAT-2010 y de preocupación menor en la IUCN.

Aspectosecológicos. - Esta víbora se alimenta principalmente de ratones, ratas y lagartijas. Es un reptil que tiene ámbito hogareño limitado y es de movilidad lenta. La chachamuri es una especie venenosa, lo que la convierte en la más letal comparada con otras víboras de la Sierra. La actividad de esta víbora se ve restringida a los meses de abril a octubre, debido a las bajas temperaturas.

Localización. - Se ubica entre los 1800 y 3000 msnm en la Sierra de Chihuahua, existen registros de la especie en la mayoría de municipios que comprende, como por ejemplo en Balleza, Guadalupe y Calvo, Guachochi, Bocoyna, Maguarichi, Guerrero, Urique, Ocampo y Temósachi, por mencionar algunos.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Crotalus pricei

Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. El crótalo de motas gemelas o chachamuri responde a los cambios de uso del suelo y calidad y cantidad de agua.

Unidad de medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

La víbora de cascabel es una especie endémica de México y está bajo protección especial, según la Nom-059-SEMARNAT-2010; la IUCN la considera de preocupación menor. Esta especie se presenta en dos poblaciones aisladas, se puede considerar subespecie la de la Sierra Madre Occidental, en pendientes boscosas de las montañas y en bosques de pino-encino.

Metodología para la obtención del indicador

Además de los registros existentes, se pueden llevar a cabo muestreos para actualizar los datos poblacionales. Se realizan recorridos de longitud mediante transectos previamente establecidos de acuerdo a las condiciones de hábitat de la especie. También es posible utilizar cuadrantes delimitados sobre el terreno de tamaño conocido para identificar y contar a todos los individuos ahí presentes. Varios modelos de distribución se pueden aplicar a la información.

Fuentes de información

- Lemos, E. J. A. y H. M. Smith. 2007. Anfibios y Reptiles del estado de Chihuahua, Mexico. Universidad Autónoma de Mexico. CONABIO.
- <http://portal.vertnet.org> Consultado 13/04/2016.

Frecuencia de medición

Cada 3 a 5 años.

Último año de medición

1999.

Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Silvoagropecuario		X	X	X

Línea base del indicador

Existe información limitada relacionada con la especie. Los únicos datos de registros de presencia obtenidos son los consultados en referencias del portal VertNet.

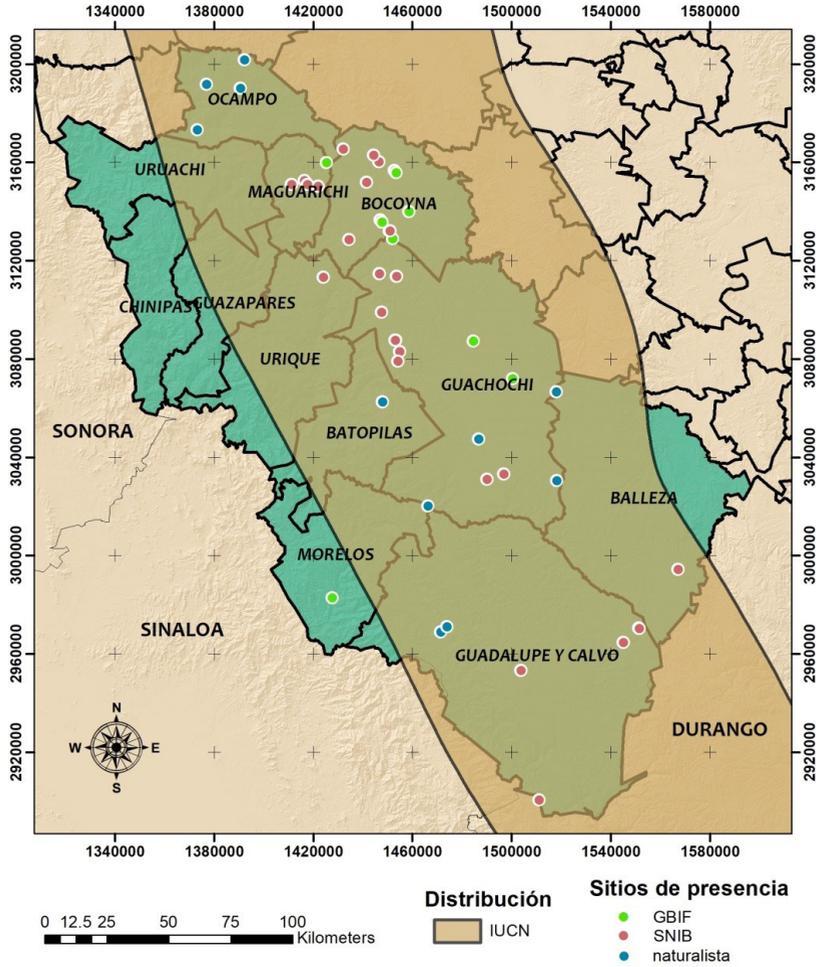


Figura 2. Especie de *Crotalus pricei* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con; Union for Conservation of Nature (IUCN), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.



INDICADORES BIOLÓGICOS

OBJETIVO

Evaluar el estado de conservación, salud y productividad de los ecosistemas de la Sierra Tarahumara.

Indicadores biológicos con línea base integrada en este documento, sin ficha técnica.

- ▲ *Aquila chrysaetos*
- ▲ *Tauschia tarahumara*
- ▲ *Mammillaria lindsayi*
- ▲ *Capsicum annum*
- ▲ *Meleagris gallopavo*
- ▲ *Ostrya virginiana*
- ▲ *Juglans major*
- ▲ *Echinocereus subinermis*
- ▲ *Trogon elegans*
- ▲ *Craugastor tarahumaraensis*
- ▲ *Eumeces brevisrostris*
- ▲ *Oncorhynchus sp*
- ▲ *Odocoileus virginianus*
- ▲ *Crotalus molossus*
- ▲ *Crotalus lepidus*



Águila Real

Aquila chrysaetos L.

Figura 1. Especie de águila real con presencia en prácticamente toda la Sierra Tarahumara, de acuerdo con IUCN.

Foto: Manuel Bujanda

Descripción.- Ave rapaz de 50 a 75 cm de largo. Las alas son evidentemente más amplias que el largo que tiene de la cabeza a la cola; pesan de 3 a 6.5 kg. El plumaje es color café dorado a oscuro, con manchas claras cuando son jóvenes. Las patas tiene plumas cafés claro que las cubren, en la cola muestran bandas ligeramente claras. El pico es curvado hacia abajo de color gris oscuro a negro, con un color distintivo amarillo en la parte posterior del pico, alrededor de las fosas nasales. Presenta dimorfismo sexual, las hembras son de mayor tamaño que los machos.

Importancia.- El águila real es símbolo nacional, pero por su atractivo ha sido muy buscada para la cetrería o bien para cazarla; en la actualidad, se encuentra incluida en la categoría de amenazada con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Aspectos ecológicos.- Vive primordialmente en partes montañosas o terrenos escarpados, aunque también se le encuentra en partes desérticas. Anida en lo alto de árboles grandes y en riscos a gran altura, pone de 2 – 4 huevos. Esta especie caza en terrenos abiertos; su dieta incluye liebres, conejos, ardillas, aves, víboras, culebras, e incluso carroña. No acostumbra volar a grandes distancias, por lo que su ámbito hogareño es moderado.

Localización.- En el pasado se distribuía ampliamente en la Sierra Madre Occidental, actualmente es escasa su presencia en los bosques templados. Reportes recientes la ubican en los municipios de Casas Grandes, Janos, Buenventura, Ascensión, Temósachi, Gómez Farías, Cuauhtémoc, Guerrero y Chihuahua, entre otros.

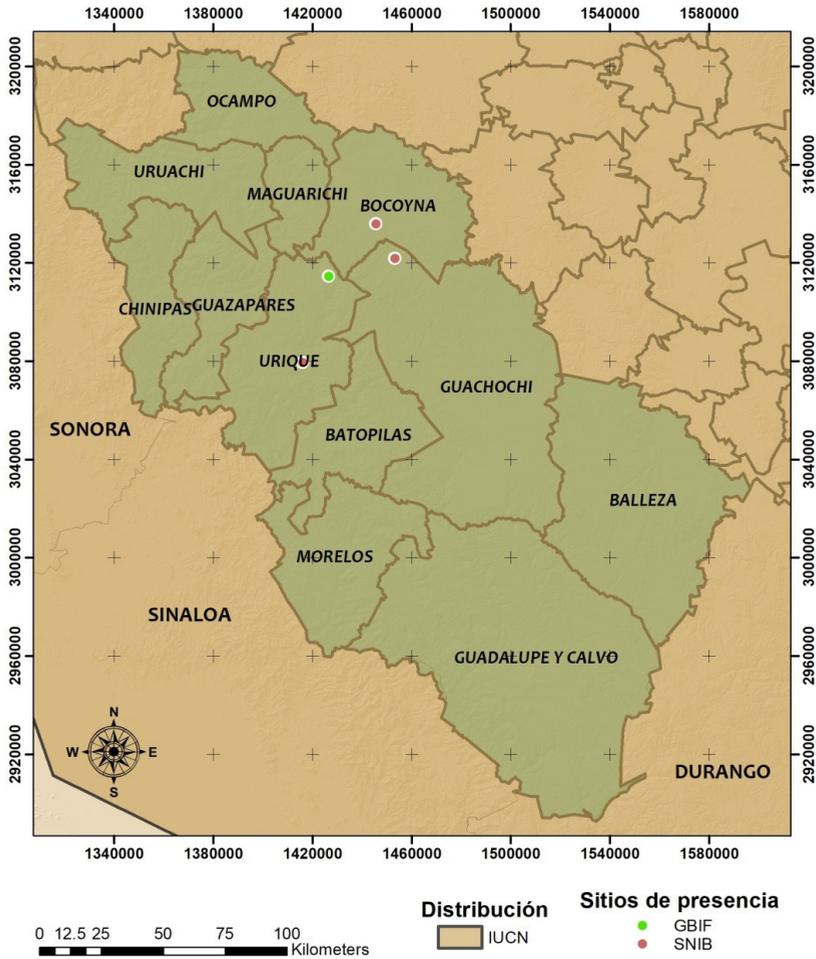
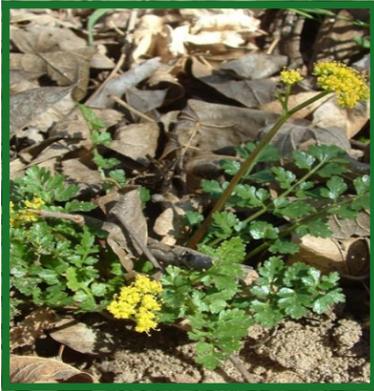


Figura 2. Distribución del Águila Real de acuerdo con International Union for Conservation of Nature (IUCN), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Basiáwuri – JÚBE

Tauschia tarahumara (Constance & Bye)

Figura 1. Especie de *Tauschia tarahumara*, con presencia en la Sierra Tarahumara.

www.wildflower.org

Descripción. - Herbácea perenne de 40 a 90 cm de altura. Hojas con peciolo largos, profundamente lobuladas, con bordes aserrados. Las inflorescencias se presentan en tallos que crecen desde la base. Las flores terminales son pequeñas y juntas forman un paraguas.

Importancia.- No es endémica, pero está sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El esquema de esta especie es de Constance y Bye (1976); además se incluye una fotografía de *Tauschia texana*.

Aspectos ecológicos.- Esta planta se encuentra restringida a lugares muy húmedos y con suelos oscuros, condiciones propias de algunas partes planas del ejido San Ignacio de Arareco, municipio de Bocoyna (Constance y Bye, 1976). La raíz mezclada con aceite o grasa se usa para tratar reumas; también, un pedazo pequeño de la raíz, colocado en una cavidad dental, puede aliviar el dolor de dientes o muelas. Las actividades humanas como la agricultura, el pastoreo, los drenes del suelo, la erosión y la compactación del suelo de los terrenos en donde prospera pueden dañar las poblaciones de esta interesante especie.

Localización.- Existe sólo un registro documentado en Bocoyna.



www.wildflower.org

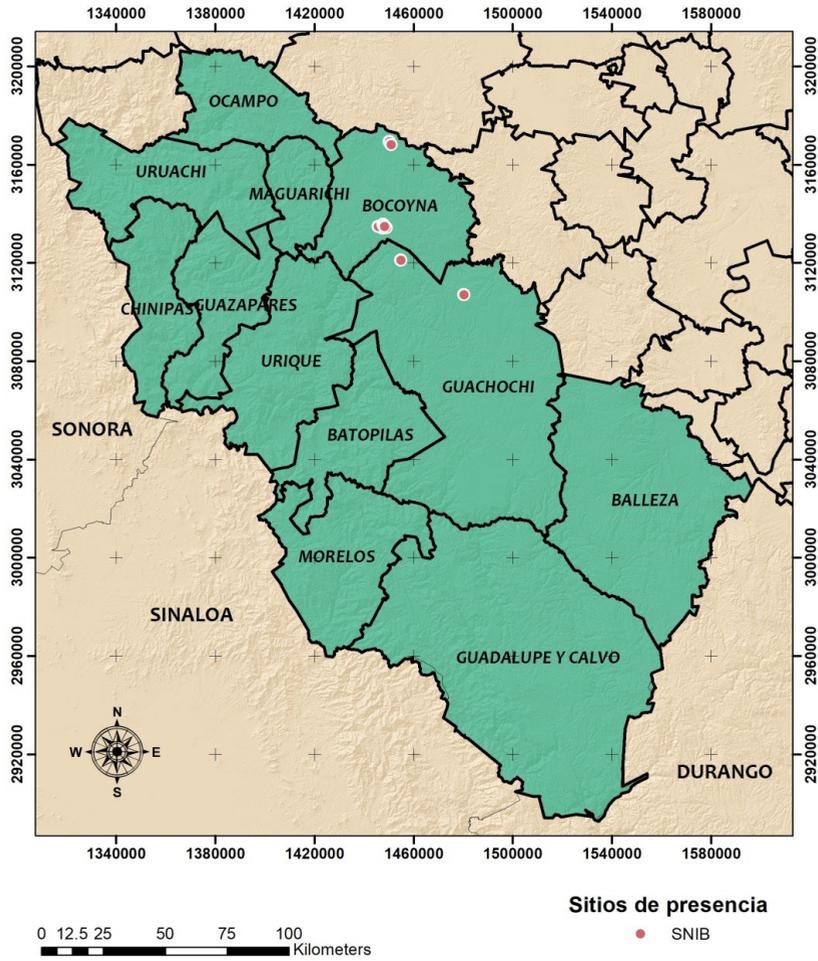


Figura 2. Distribución de *Tauschia tarahumara* en los municipios de Bacoyna y Guachochi de acuerdo con Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Biznaguita Espinosa

Mammillaria lindsay (R.T. Craig.)

Figura 1. Especie de *Mammillaria lindsay* presente en la región de la Sierra Tarahumara.

Descripción.— Cactus globoso perenne, puede crecer en forma solitaria o en colonias con varios individuos que llegan a tener hasta 1 m de diámetro. Tallo de 15 cm de alto y de ancho. Tubérculos de 13 a 21, en series espirales de 1 cm de alto y ancho, color verde grisáceo opaco con jugo lechoso. Areolas ovaladas, 0.2 cm de diámetro, con cerdillas color café claro cuando son jóvenes. Axilas con lana densa en áreas de crecimiento. Espinas radiales de 10 a 14, 0.2 a 0.8 cm de largo, las superiores de 3 a 4 más cortas y delgadas, las inferiores son rectas y lisas de color blanco o amarillo dorado y las centrales de 2 a 4, 0.4 a 1.2 cm de largo, las de abajo son más largas, gruesas y rígidas, lisas de color café claro rojizo. Flores de 1.4 a 2.0 cm de largo con un diámetro 1.0 cm de color verdusco amarillento con franjas anaranjado-amarillento en segmentos exteriores del perianto. Frutos color escarlata.

Importancia.— Es una especie endémica y está sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Aspectos ecológicos.— Las flores son fuente de alimentación de diversos insectos y otros invertebrados y algunas aves como los colibríes.

Localización.— Se encuentra en ecotonos entre el bosque de encino y matorrales subtropicales, o bosques de encino y selva baja caducifolia desde 600 a 1300 msnm, existen reportes para los municipios de Ocampo, Moris, Temósachi, Chínipas y Urique.



Foto: Hugo Ritkey Bolaños García

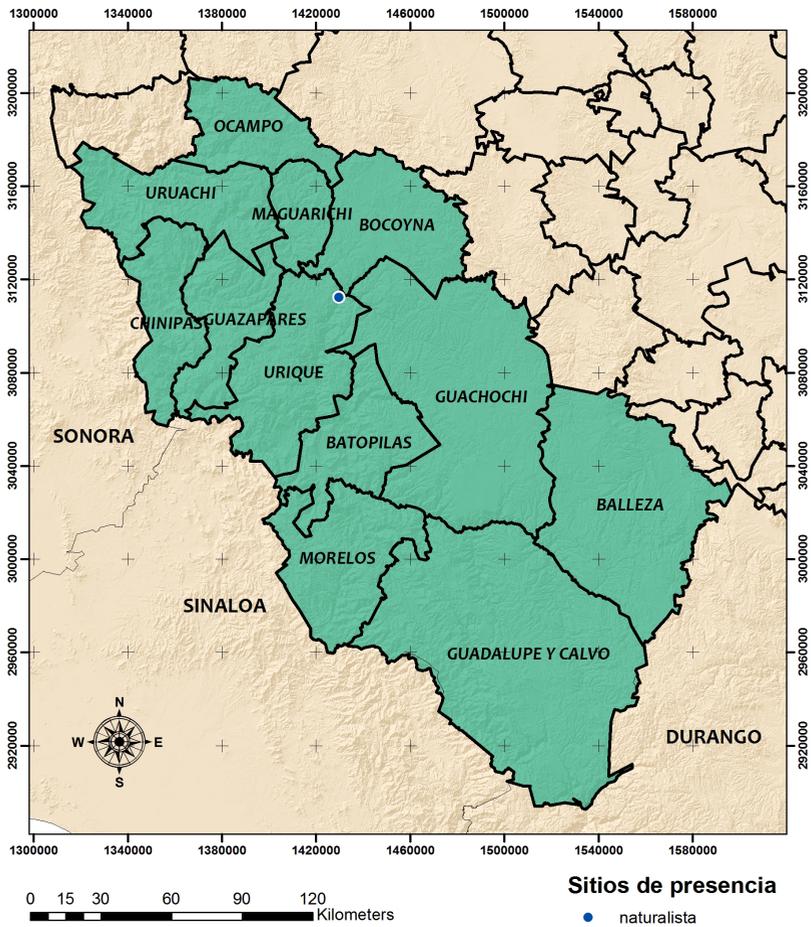


Figura 2. Distribución de *Mammillaria lindsayi* en el área de estudio de acuerdo con naturalista.



Chiltepín, Chile Piquín

Capsicum annuum var. *Glabriusculum* [(Dunal)
HEISER & Pickergill]

Figura 1. Especie de *Capsicum annuum* var. *Glabriusculum* con presencia en la Sierra Tarahumara.
sbs.uexas.edu

Descripción.- Hierba o arbusto de hasta 4 m de alto, aunque en general es más pequeño; tallo recto o trepador, ramificado. Hojas solitarias o en pares en cada nudo, alternas, ovaladas de hasta 10 cm de largo con pelitos. Flores solitarias en las axilas de las hojas. Los pedicelos más largos que las flores. El cáliz acampanado y termina en 5 dientes, la corola blanca o verdosa a veces amarillenta o violeta, de 5 pétalos triangulares unidos en la base formando un tubo corto y acampanado, 5 estambres de anteras grandes, generalmente azuladas y levemente unidas entre sí. El fruto eses de color y forma variable, es carnoso y seco, hueco en el centro y generalmente picante.

Importancia.- Se utiliza para uso comestible, las poblaciones silvestres corren el riesgo de una sobre explotación.

Aspectos ecológicos.- El chiltepín o chile piquín, tiene un alto significado etnobotánico en las barrancas de la Sierra Tarahumara. Regularmente las plantas del chiltepín alcanzan la madurez reproductiva entre los seis y diez meses de edad y fructifican entre junio y octubre. Los frutos son ingeridos por aves que contribuyen a su dispersión. Los métodos de colecta del piquín son muy agresivos, ya que se cortan ramas o plantas completas. De continuar este tipo de técnica de cosecha continua, una gran parte de los individuos de esta especie están en riesgo, por los cortes persistentes de ramas que sufren.

Localidad.- Amplia distribución en México, en la Sierra Madre Occidental se presenta en bosques caducifolios, selvas perennifolias y subperennifolias.



Foto: Hugo Ritkey Bolaños García

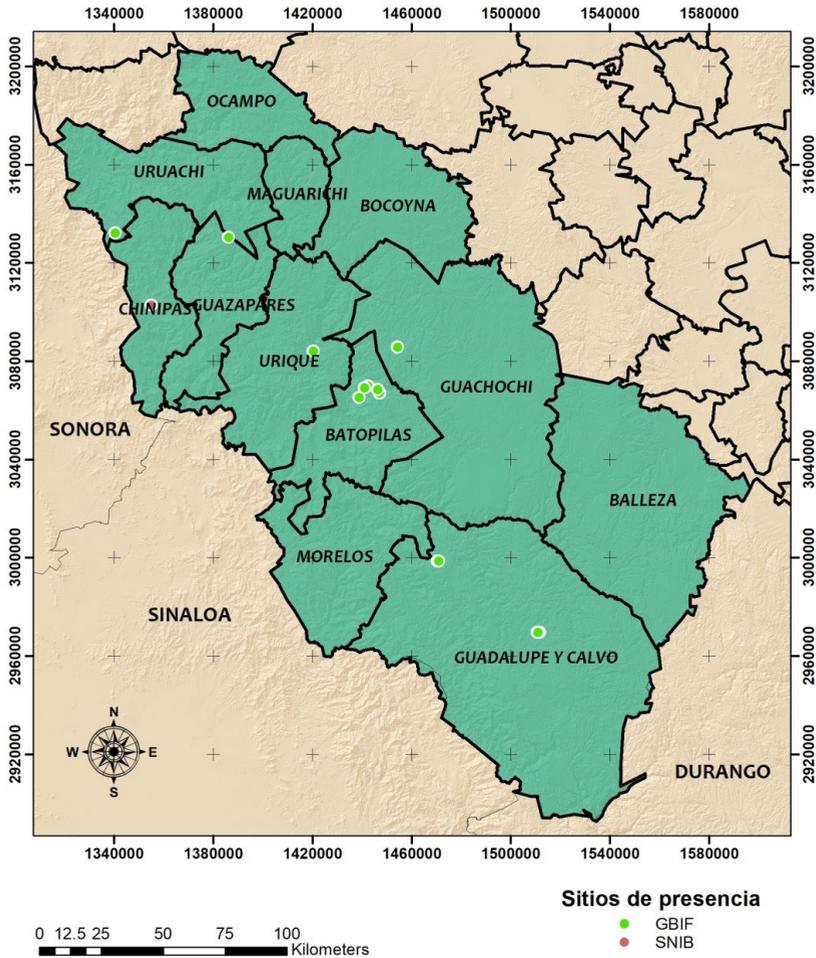


Figura 2. Especie de *Capsicum annuum* var. *Glabrusculum* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Guajolote Silvestre, Cócono, Chiwi

Meleagris gallopavo mexicana (Gould)

Figura 1. Especies de *Meleagris gallopavo* que se encuentran en la Sierra Tarahumara.

© Per Verdonk, <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/906-Meleagris-gallopavo>

Descripción.– Ave de gran tamaño, su peso varía desde 3.6 a 11 kg; el macho es más pesado que la hembra. Sus alas son cortas y redondeadas; las plumas de las alas son de color negro con rayas de color marrón y blanco. Los machos tienen plumas oscuras, brillantes. Los machos tienen una agalla roja (trozo de piel que cuelga debajo de la barbilla), una perilla en la frente llamada carúncula y un penacho de color negro en el frente en su pecho. La cabeza es de color rojo, azul o blanco, dependiendo de la temporada. Las patas son de color rosa, rosado-gris o gris plateado, tiene un espolón en la parte superior de sus piernas. Existe dimorfismo sexual, las hembras suelen ser de color más claro que los machos.

Importancia.– Estos animales son sujetos a cacería, por lo que sus poblaciones podrían presentar riesgo de sobreexplotación.

Aspectos ecológicos.– Utiliza las bases de árboles altos y con moderada cobertura para descansar por las noches y protegerse de sus depredadores. Su alimento son semillas, bellotas, nueces e insectos. En la primavera se reproduce, por lo que es común oír a grandes distancias sus llamados o cantos. Tienen moderado ámbito hogareño y movilidad.

Localización.– El cócono tiene amplia distribución en los bosques templados de Chihuahua, y suele encontrarse en bosques de pino y bosques de pinos con encinos. Estas preferencias están ligadas con el hábitat que eligen para anidar y protegerse y también con su alimentación, que depende en parte de semillas de árboles del bosque, como las bellotas de los encinos.

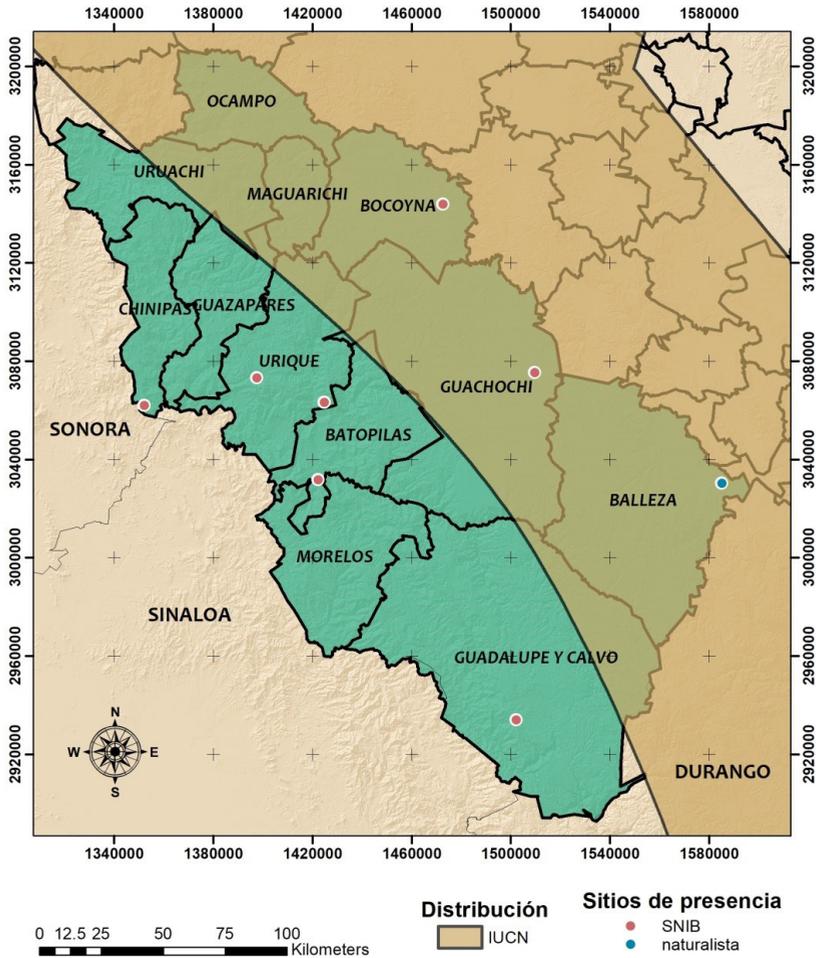


Figura 2. Especie de *Meleagris gallopavo* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Union for Conservation of Nature (IUCN), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.



Guasimilla, Guapaque, Palo de Fierro

Ostrya virginiana [(Mill.) K. Koch]

Figura 1. Especies de *Ostrya virginiana* que se encuentran en la Sierra Tarahumara.

plants.connon.ca

Descripción.- Árbol de talla mediana caducifolio, de 5 a 15 m de alto, su corteza es acanalada. Las ramas secundarias esparcidas ascendentes y pilosas. Las hojas son angostamente ovaladas de 3 a 9 cm de largo, 10 a 12 nervaduras laterales, márgenes dobles aserrados y peciolos de 0.3 a 1 cm de largo. La inflorescencia masculina en racimos de 3 a 4 cm de largo, generalmente en grupos de 3 en un pedúnculo corto en la punta de la rama. Los racimos con flores femeninas más o menos espigados en floración de 3 a 5 cm de largo, llegando a formar una aglomeración oblonga de 2 a 3 cm de ancho. El fruto es una cápsula o nuez ovoide algo comprimida, acostillada, lisa, brillante de 0.5 a 0.6 cm de largo por 0.2 a 0.3 cm de ancho. Florece en primavera y fructifica a principios de verano. La madera es muy dura y con un crecimiento lento.

Importancia.- No es endémica, pero está sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Ecología.- Esta especie prospera en hábitats especiales, como áreas ribereñas de bosques templados y con buena calidad, se asocia en comunidad con otras especies como el táscate sabino (*Cupressus lusitanica*), el abeto (*Abies durangensis*), el pinabete (*Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*), el aile (*Alnus oblongifolia*), el maple (*Acer grandidentatum*), el limoncillo (*Ilex rubra*) y el capulín (*Prunus serotina*), entre otras especies. Las características de las localidades en donde habita la quasimilla son: espacios encañonados, a orilla de arroyos permanentes, sombreados, con suficiente humedad.

Localidad.- Se presenta en bosques templados entre los 1700 y 2100 msnm en cañadas húmedas, sombreadas y regularmente a orilla de arroyos permanentes. Se tienen algunos registros en los municipios de Guerrero, Bocoyna, Temósachi y Ocampo.



Foto: Hugo R. Bolaños García

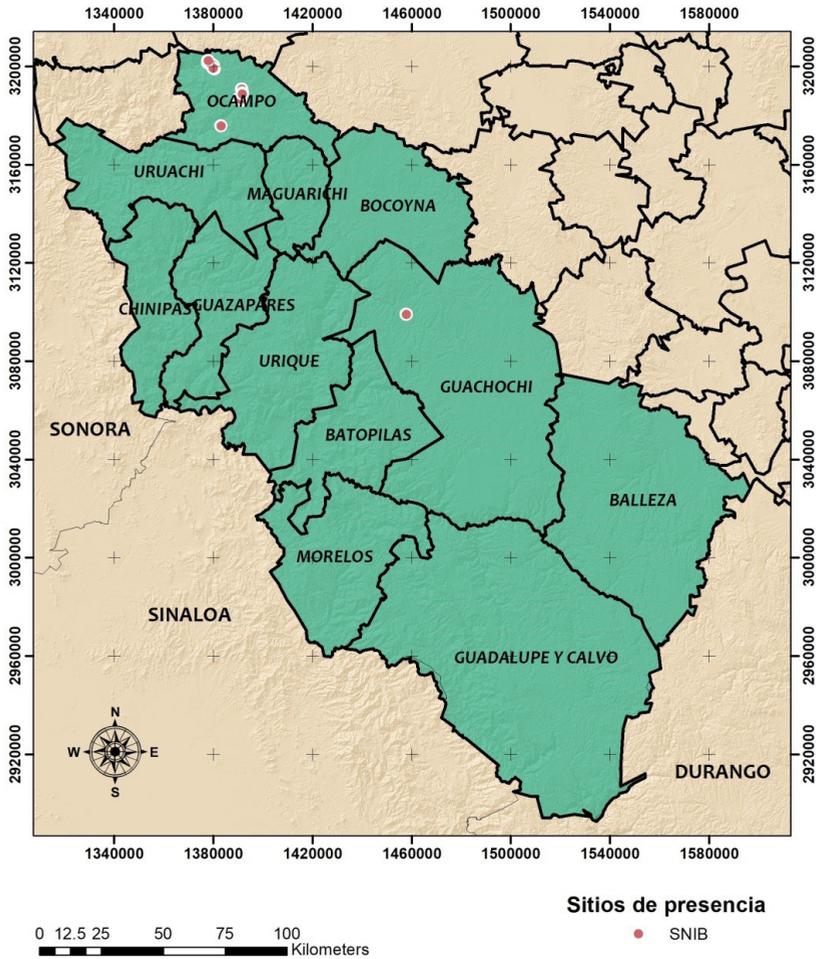


Figura 2. Especie de *Ostrya virginiana* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Nogal Cimarrón, Nogal Silvestre

Juglans major [(Torr.) Heller]

Figura 1. Especie de *Juglans major* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Foto: Hugo R. Bolaños García

Descripción.- Árbol de gran tamaño, llega a tener 45 m de alto. Presenta una copa abierta y ancha, es caducifolio. La corteza es muy surcada, color marrón o casi negra. Las hojas son alternadas, compuestas, imparipinnadas, verde amarillentas hasta 50 cm de largo, pinnadas con 15 a 23 folíolos y con márgenes finamente aserrados. Flores masculinas en racimos de 8 a 10 cm de largo y las femeninas de 2 a 5 cm. Los frutos son nueces de color marrón verdoso indehiscentes.

Importancia.- No es endémica pero ésta con estatus de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Aspectos ecológicos.- El nogal tiene madera dura y en algunas regiones de la Sierra es utilizada para fabricar utensilios caseros. Cumple funciones ecológicas, sobre todo por encontrarse en áreas ribereñas, y por su sistema radicular, ayuda a proteger el suelo. El árbol por si mismo, brinda protección y casa a diversas especies de aves del bosque.

Localización.- A lo largo de arroyos y fondos de cañones en la serranía en altitudes de 800 a 2000 msnm. Se tienen registros en los municipios de Uruachi y Ocampo, pero su distribución es más amplia.



commons.wikimedia.org

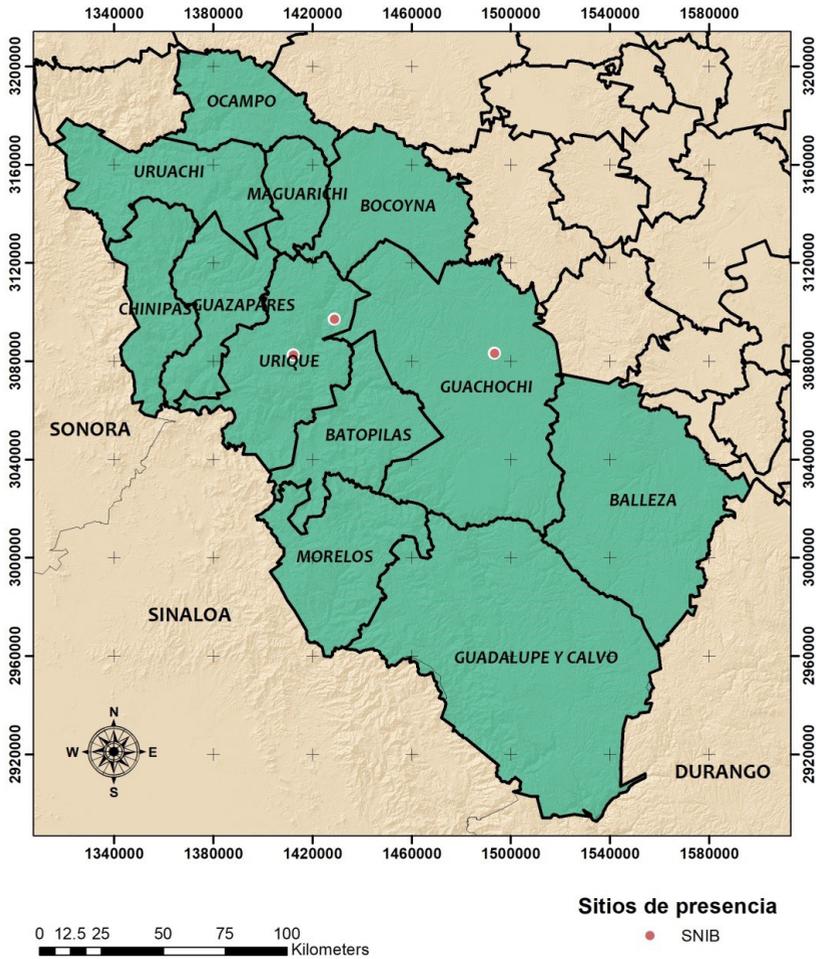


Figura 2. Especie de *Juglans major* con presencia en la Sierra Tarahumara. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Órgano Pequeño Pelón, Alicoche Pelón

Echinocereus subinermis (Salm-Dyck Ex Scheer)

Figura 1. Especie de *Echinocereus subinermis* con presencia en la Sierra Tarahumara.

seedsactus.com

Descripción.- Cactácea pequeña, de 10 a 20 cm de alto y aproximadamente de 10 cm de diámetro, tallos con 5 a 9 costillas, más o menos anchas y sinuosas con surcos profundos. Las areolas son pequeñas, circulares. Las espinas radiales desiguales, de 6 a 8, horizontales, de 0.2 a 1 cm de largo, color blanco o amarillento. Las espinas centrales de 0 a 1, pequeñas de 0.2 a 0.4 cm de largo. Las flores se presentan en el ápice del tallo en forma de embudo, son grandes en relación a la planta de 5 a 8 cm de largo de color amarillo. Los frutos son de 2 cm de largo, carnoso amarillento con semillas negras.

Importancia.- Endémica y está sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Aspectos ecológicos.- Es una planta que puede propagarse mediante el cultivo de semillas; tiene beneficios ecológicos, ya que se desarrollan en suelos pedregosos y colaboran a su fijación; de sus flores se alimentan colibríes, variados insectos como abejas, abejorros y avispas, y otros invertebrados.

Localización.- Se distribuye en la selva baja caducifolia y en los ecotonos que forma con el bosque de encino; en altitudes que van de los 450 hasta aproximadamente 1000 msnm Existen registros en los municipios de Urique, Batopilas, Bocoyna, Maguarichi, Chinipas y Guachochi.



Foto: Martin G. Figueroa

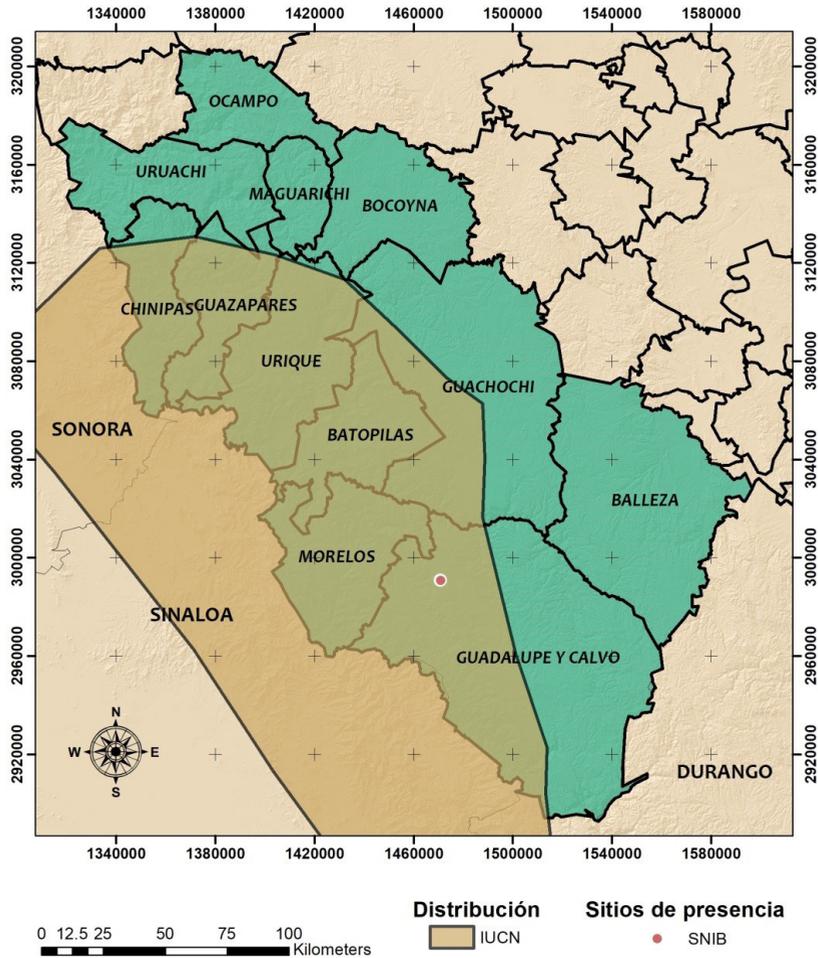


Figura 2. Especie de *Echinocereus subinermis* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Union for Conservation of Nature (IUCN), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Pájaro Bandera, Koa

Trogon elegans (Gould)

Figura 1. Especie de *Trogon elegans* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Dominic Sherony, <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa>

Descripción.- Ave de talla mediana, de 28 a 30 cm de largo con un peso de 65 a 67 g. El pico es amarillo y la parte inferior de la cola es blanca con bandas horizontales negras. Existe dimorfismo en la especie: los machos presentan colores verde oscuro metálico en la cabeza, parte superior del pecho y espalda. El rostro, garganta y el pecho son de color negro y la parte inferior del pecho y vientre son rojo-anaranjado. En las hembras el plumaje es de color bronce metálico, la parte superior del abdomen es blanco y detrás del ojo tiene una franja pequeña blanca vertical.

Importancia.- A pesar de su amplia distribución, sus poblaciones pueden estar amenazadas por destrucción del hábitat debido a incendios forestales, cambio de uso de suelo y explotación forestal, por lo que puede ser indicadora de calidad de bosque. Está listado a nivel internacional con baja amenaza.

Aspectos ecológicos. - Esta especie es de hábito solitario y rehúye la presencia humana; su canto es un grito de notas bajas que asemeja la palabra "koa". La dieta incluye insectos y otros pequeños invertebrados, frutos, como los capulines, zarzamoras y fresas silvestres. Esta ave tiene un ámbito hogareño amplio y es de velocidad moderada a rápida. Esta especie depende del hábitat de bosque de pino – encino.

Localización.- Amplia distribución, en la Sierra Madre Occidental se encuentra en cañones en las áreas boscosas, entre 1200 a 1800 msnm.

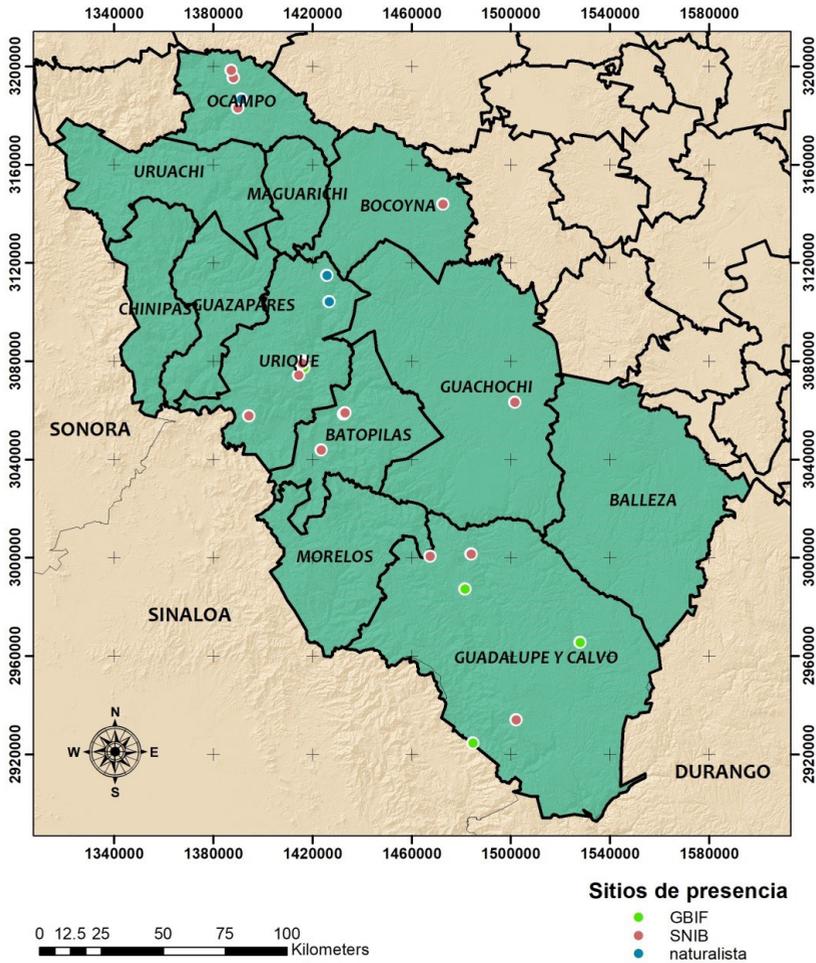


Figura 2. Especie de *Trogon elegans* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.



Rana Ladradora Tarahumara

Craugastor tarahumaraensis (Taylor)

Figura 1. Especie de *Craugastor tarahumaraensis* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Foto: Hugo R. Bolaños García

Descripción.- Rana pequeña, de aproximadamente 5.5 cm de largo del hocico a la cloaca, con la superficie dorsal finamente pustulosa. Tiene un pliegue cutáneo por encima de tímpano. Los tubérculos subarticulares en los dedos de las manos son prominentes al igual que los tubérculos palmares, plantar y metatarsal. La piel del dorso es verdusca, con puntos grandes y grises o manchas reticulares de color gris que cubren el dorso. La zanca esta bandeada y el muslo moteado.

Importancia.- Es endémica y está sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y como vulnerable en la IUCN.

Aspectos ecológicos.- El canto de este anfibio asemeja un ladrido. Son principalmente terrestres; utiliza oquedades y agujeros de rocas, que utiliza para su camuflaje con los musgos que ahí crecen. No se conoce sobre su alimentación, pero seguramente se basa de invertebrados pequeños.

Localización.- Se presenta en bosques de pino en el centro de la Sierra Madre Occidental hacia el sur en elevaciones de 2000 a 2700 msnm. En Chihuahua existen registros en los municipios de Bocoyna, Urique, Maguarichi, Ocampo, Guachochi y Balleza.

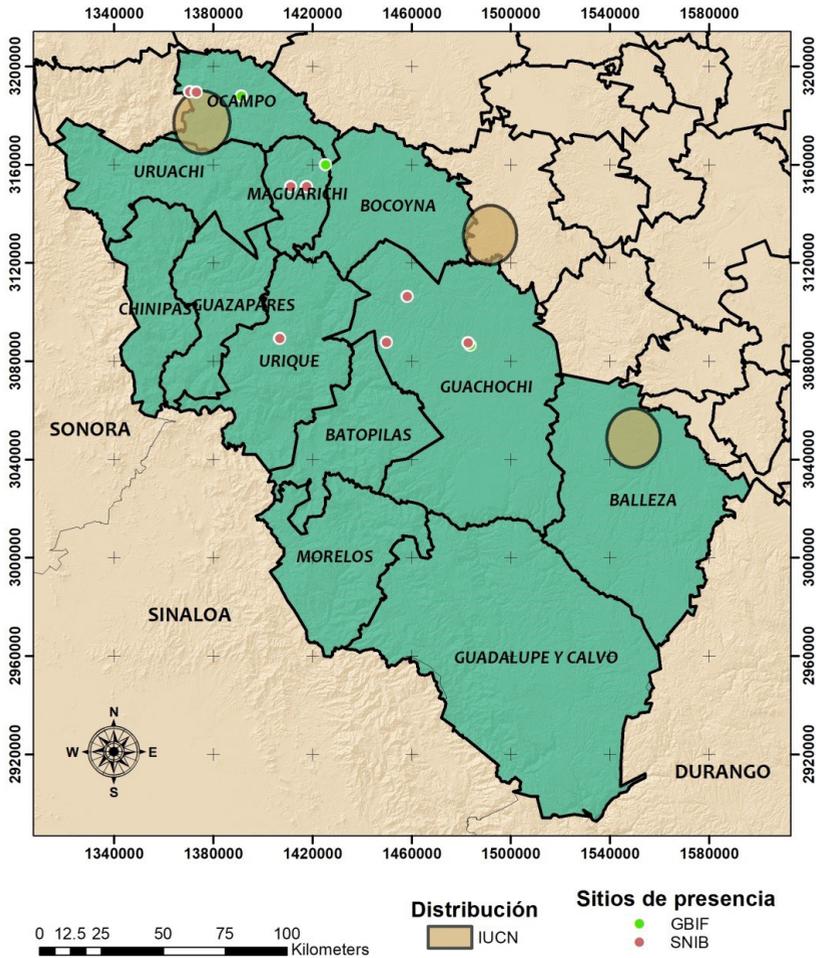
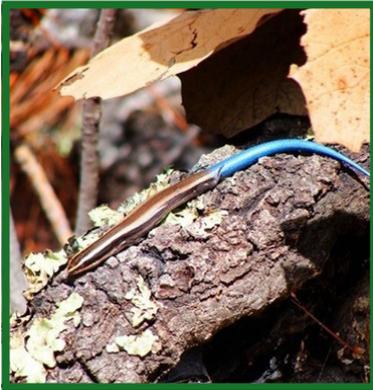


Figura 2. Especie de *Craugastor tarahumaraensis* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Union for Conservation of Nature (IUCN), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Salamanqués, Esquinco de la Sierra

Eumeces brevirostris bilineatus (Tanner)

Figura 1. Especie de *Eumeces brevirostris bilineatus* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Foto: Hugo R. Bolaños García

Descripción.– Es un reptil de forma y colores llamativos, presenta cuerpo alargado con escamas lisas y de color brillante; resalta el color azul metálico que presenta en la cola, las patas delanteras y traseras son muy cortas. Presenta dos rayas dorsolaterales que nacen desde la frente y se prolongan por la espalda, casi hasta el nivel de las patas traseras. Presenta 20 – 24 filas de escamas longitudinales a la mitad del cuerpo; la longitud máxima del hocico a la cloaca es de 60 mm en los machos y 66 mm en las hembras. El número de escamas dorsales (transversales), desde el parietal hasta encima del ano, es de 54-65.

Importancia.– Esta especie no se encuentra considerada en algún estatus de amenaza en México, pero sus poblaciones se han reducido posiblemente en relación al cambio de uso del suelo, manejo forestal, agricultura, ganadería y actitudes negativas que buena parte de la población tiene para con los reptiles.

Aspectos ecológicos.– El salamanqués habita en la parte alta de la Sierra Tarahumara, en los suelos de los bosques de pino encino se le puede hallar debajo de troncos, rocas y en lugares húmedos. La dieta consiste en invertebrados pequeños, especialmente insectos; esta es una especie vivípara; en la Tarahumara, el salamanqués es considerado venenoso.

Localización.– Se distribuye en las montañas de la Sierra Tarahumara, en bosques templados con altitudes de entre 2000 y 2700 msnm.

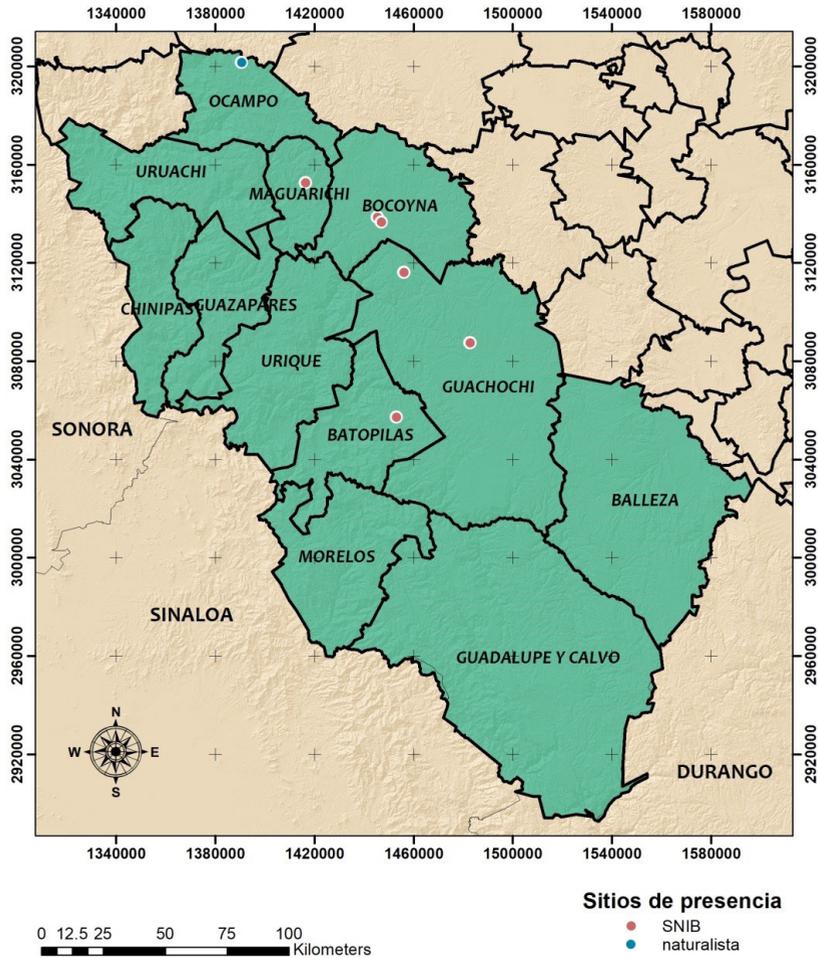


Figura 2. Especie de *Eumeces brevivirostris bilineatus* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.



Trucha Aparique del Conchos

Oncorhynchus Sp.

Figura 1. Especie de *Oncorhynchus sp* con presencia en la Sierra Tarahumara.

wwf.org.mx

Descripción.- Es un pez de aproximadamente 30 cm de longitud, línea lateral con marcas rojas y coloración dorado-limón en los flancos y región dorsal del vientre. El abdomen es color blanco con pequeñas manchas plateadas brillantes. Las aletas pectorales, pélvicas y anales son color naranja. Esta especie se distingue de otras por tener una marca color amarillo-limón o naranja en la garganta. Los adultos presentan una serie de 7 a 9 manchas negras sobre la franja frontal del hocico.

Importancia.- Se encuentra severamente amenazada, a punto de la extinción según documentos de WWF y gobierno del Estado de Chihuahua. No se conoce aún la especie a la que pertenece.

Aspectos ecológicos.- Esta es una especie endémica, particularmente del arroyo Ureyña, municipio de Bocoyna. La trucha habita en pozas de no más de 5 m de ancho y 2 m de profundidad, interconectadas por pequeños rápidos. El aparique, al ser una especie aún indefinida, no se encuentra en las listas oficiales de amenaza de México ni de organismos internacionales, pero esto no significa que no se encuentre en riesgo latente.

Localización.- Partes altas del río Conchos de la Sierra Tarahumara, en el arroyo Ureyña en el ejido Panalachi.

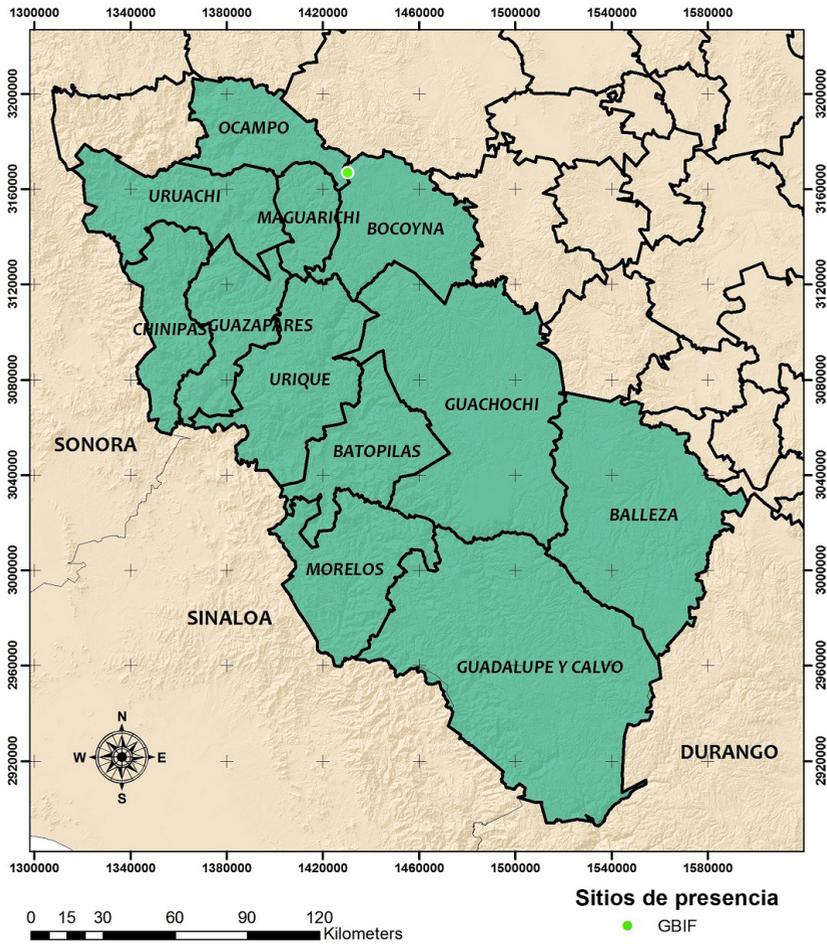


Figura 2. Especie de *Oncorhynchus sp* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Global Biodiversity Information Facility (GBIF).



Venado Cola Blanca, Chomarí

Odocoileus virginianus couesi (Coues & Yarrow)

Figura 1. Especie de *Odocoileus virginianus* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Foto: Eduardo Sígala Chávez

Descripción. - Es un mamífero de 1 a 2.40 m de altura y peso de 27 a 135 kg. Una característica especial es un mechón de pelos blancos en la base de la cola cuando la eriza y un cuello largo y relativamente grueso; además, patas largas, hocico alargado y orejas grandes. Durante el verano, el color del pelaje es café castaño brillante o un poco grisáceo y más grisáceo o pardo en el invierno. El pelaje es blanco en las partes ventrales, la porción inferior de la cola, garganta y una banda alrededor del morro y de los ojos. Las astas se presentan en la parte superior de la cabeza, a la altura de las orejas, con un tronco principal que se dobla hacia el frente y alrededor de cinco puntas verticales.

Importancia. - Aunque es abundante y de amplia distribución, la amenaza para esta especie podría ser la sobreexplotación por carecía y cambios de uso de suelo.

Aspectos ecológicos. - Este venado es probablemente el animal de caza más importante en México; es de rápida movilidad y tiene un amplio ámbito hogareño. Su dieta es de alrededor del 50 % de arbustivas, pero se adapta a una gran variedad de plantas e incluso consume cultivos como maíz, chile y calabaza. Es utilizado para consumo directo a través de la cacería de subsistencia, la cacería deportiva y usos artesanales.

Localización. - Tiene amplia distribución en todo el país, en la Sierra Madre Occidental se encuentra en áreas boscosas.

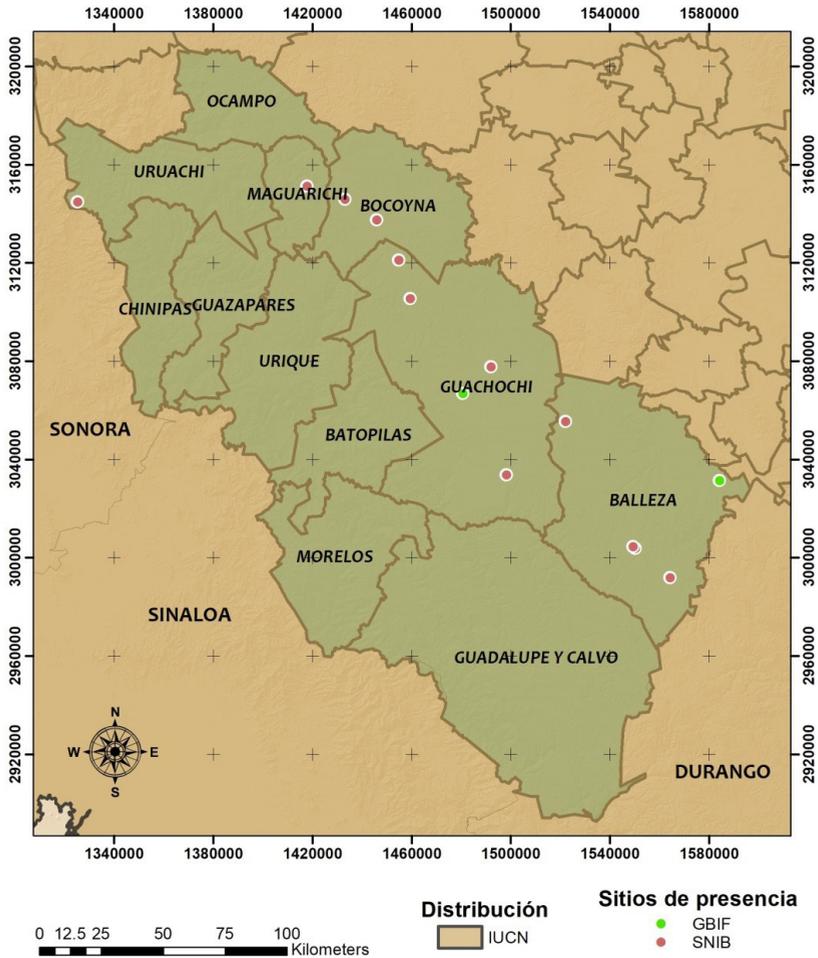


Figura 2. Especie de *Odocoileus virginianus* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Union for Conservation of Nature (IUCN), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).



Víbora de Cascabel Cola Negra, Sayahui

Crotalus molossus (Baird & Girard)

Figura 1. Especie de *Crotalus molossus* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Foto: Eduardo Sígala Chávez

Descripción.- Víbora de cascabel con la cola negra o café oscura. Comúnmente presenta 4 escamas grandes y planas en área internasal-prefrontal, por lo general con una línea divisoria entre ellas. Las orillas de las manchas presentan escamas enteras, de un solo color. Las manchas dorsales tienen forma de diamante en la mitad anterior del cuerpo, aunque en el cuello frecuentemente contienen líneas longitudinales. En la parte posterior, las manchas en forma de diamante se abren lateralmente y gradualmente toman forma de anillos. En la sierra Tarahumara de Chihuahua se reconocen dos subespecies de la víbora de cascabel de cola negra: *Crotalus molossus molossus* Baird y Girard, y *Crotalus molossus nigrescens* Gloyd.

Importancia.- No es endémica, pero está sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y como en peligro en la IUCN.

Aspectos ecológicos.- Esta especie es de movilidad lenta y esto probablemente se deba a que tiene buen mecanismo de defensa; su ámbito hogareño es limitado en partes rocosas, protegiéndose por debajo de troncos gruesos y rocas grandes; el sotobosque le brinda buena protección. Se alimenta de pequeños vertebrados terrestres como ardillas, chichimocos, chikakas, tuzas, ratas, ratones, lagartijas, sapos, ranas, entre otros.

Localización.- Se distribuye en una gran parte de la Sierra Tarahumara, desde las partes altas hasta zonas moderadamente bajas, en las barrancas. En montañas con altitudes relativamente grandes, existen registros en los municipios de Bocoyna, Urique, Uruachi, Maguarichi, Guachochi y Guadalupe y Calvo.

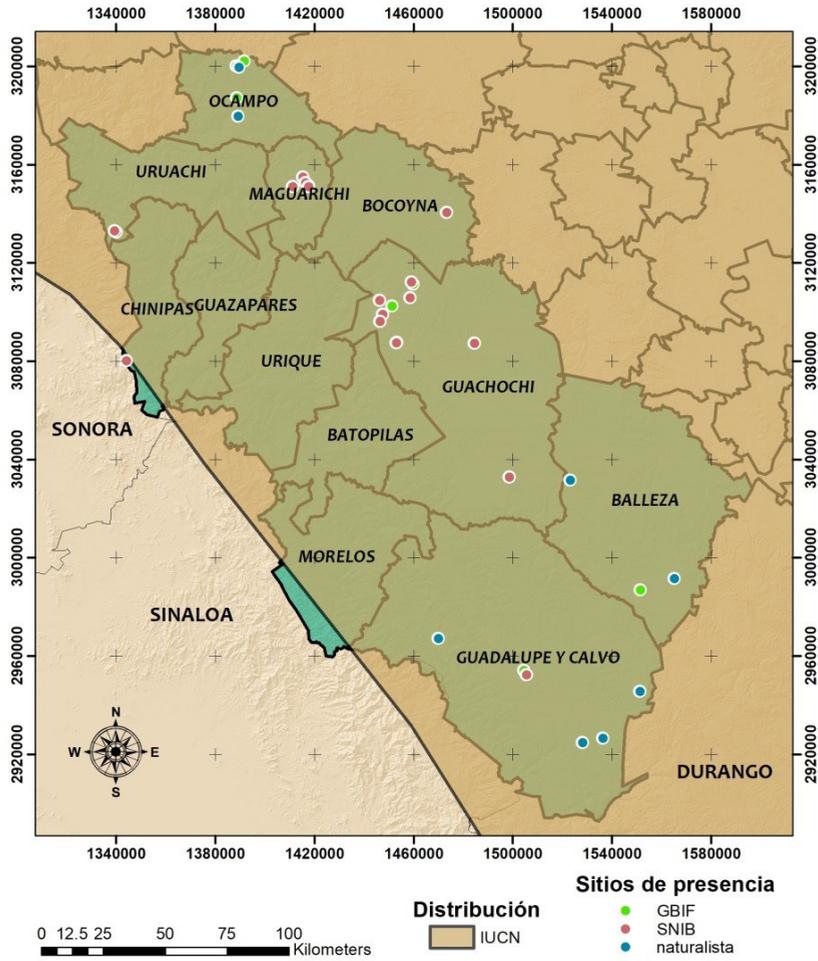


Figura 2. Especie de *Crotalus molossus* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Union for Conservation of Nature (IUCN), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.



Víbora de Cascabel de las Rocas

Crotalus lepidus klauberi (Gloyd)

Figura 1. Especie de *Crotalus lepidus* con presencia en la Sierra Tarahumara.

Foto: Thomas R. Van Devender

Descripción.- Serpiente de cascabel relativamente pequeña, los machos adultos miden de 60 a 70 cm de longitud y las hembras más pequeñas. Esta serpiente presenta una gran variabilidad en patrón de coloración, entre poblaciones, en su desarrollo y entre sexos. El fondo del dorso y de los costados puede ser color verdoso, grisáceo, rosado o ligeramente blanco. Una serie de 14 a 24 bandas transversales oscuras color café o negro se encuentran delineadas generalmente por colores claros brillantes, ocasionalmente verde o café. La cola tiene con color rosa a salmón uniforme, comúnmente se torna más oscuro.

Importancia.- No es una especie endémica de la región, pero presenta un estatus de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de preocupación menor en la IUCN.

Aspectos ecológicos.- Esta víbora se relaciona con áreas que poseen gran cantidad de rocas, como los taludes a los lados de las carreteras, los cuales por lo general contienen gran cantidad de rocas pequeñas. Su alimentación principal consiste de lagartijas del género *Sceloporus*, pero llegan a consumir ranas, culebras pequeñas, roedores, aves y algunos invertebrados.

Localización.- Su distribución es en bosque, en altitudes de 1,600 a 2,600 msnm. Se distribuye en buena parte de la Sierra Tarahumara, a excepción de la porción suroeste; se tienen algunos registros en los municipios de Guachochi, Maguarichi, Uruachi, Ocampo, Temósachi y Guazapares.

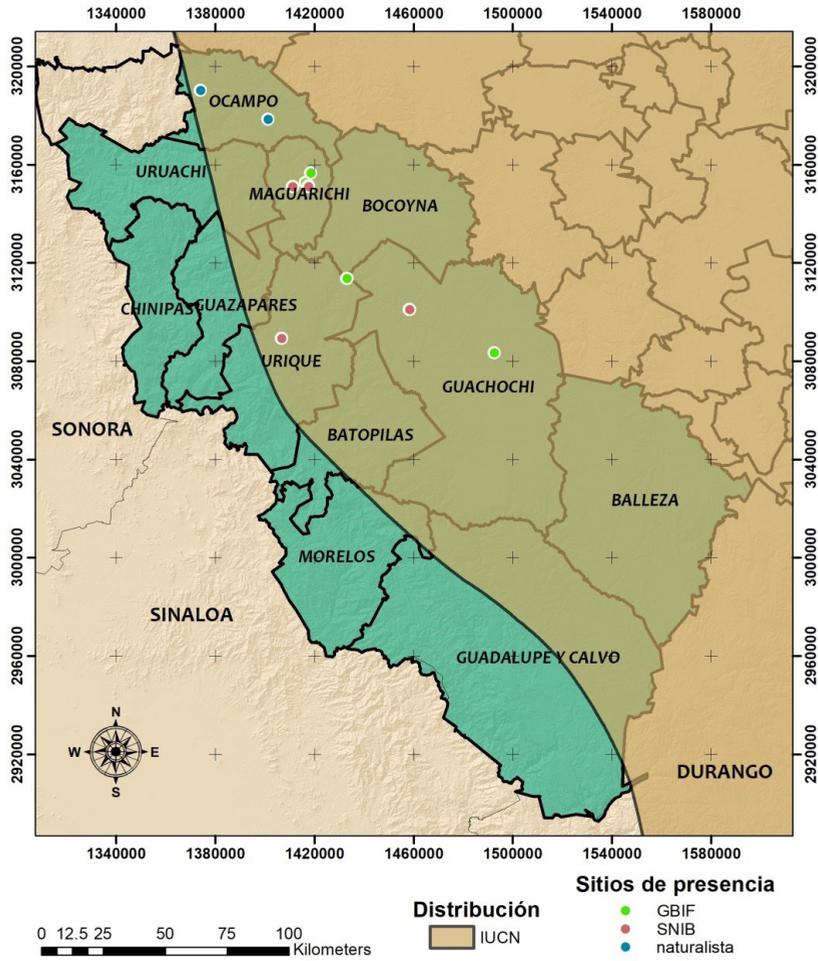


Figura 2. Especie de *Crotalus lepidus* con presencia en la Sierra Tarahumara de acuerdo con Union for Conservation of Nature (IUCN), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y Naturalista.

LITERATURA CONSULTADA

- Bolaños, H.R. 1993. El búho moteado mexicano *Strix occidentalis lucida* en la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No. 5, San Juanito-Creel, Chihuahua. Edit. Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No. 5. San Juanito, Chihuahua, México. 22 pp.
- Brinkley, E.S. 2007. Field guide to birds of North America. National Wildlife Federation. Published by Sterling Publishing Co., Inc. New York, NY. 527 pp.
- Cactus Art Nursery. 2016 . *Echinocereus subinermis*. En:http://www.cactus-art.biz/schede/ECHINOCEREUS/Echinocereus_subinermis/Echinocereus_subinermis/Echinocereus_subinermis.html (consultado: 30 de junio de 2016).
- CONABIO. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Coordinador G. Ceballos y G. Olivas. México, Mex.
- Cruz, N.N. 2010. Contribución a la conservación de la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) mediante la caracterización y modelación de sitios potenciales de anidación en la Sierra Madre Occidental, México. Tesis como opción a grado de Magister scientiae en Manejo y Conservación de bosques Naturales y Biodiversidad. Turrialba, Costa Rica. 70 pp.
- De la Maza, M. 2009. Los peces del Río Conchos. Alianza WWF- Fundación Gustavo Río Arronte I.A.P. y Gobierno del Estado de Chihuahua. Chihuahua, Chih., México. 195 pp.
- Dunn, J.L., Watson, G.E. and J.P. O' Neill. 1994. Field guide to the birds of North America, 2nd Edition. Ed. National Geographic Society. 1994. National Geographic Society. Washington, D.C. USA. 464 pp.
- González, M., López, L., González, S., y J. Tena. 2004. Plantas Medicinales del estado de Durango y zonas aledañas. Ed. CIIDIR Durango, Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. 210 pp.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 2005. Evaluación del riesgo de extinción de *Lontra longicaudis* de acuerdo al numeral 5.7 de la NOM-059-SEMARNAT-2001. Capítulo 7: 61-89.
- Lebgue, K.T. y G. Quintana M. 2010. Cactáceas de Chihuahua tesoro estatal en peligro de extinción. Fondo Mixtos-Conacyt, Gobierno del Estado de Chihuahua y el Instituto Chihuahuense de la Cultura. Chihuahua, Mex. 243 pp.
- Lebgue, K. T., G. Quintana M. y R. Soto C. 2015. Pinos y Encinos de Chihuahua. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Mex. 377 pp.
- Lemos-Espinal, J.A. 2011. Anfibios y reptiles de la región Terrestre Prioritaria (31): Sierra Álamos – El Cuchujaquí, Sonora, Ecorregión Terrestre de México 14.3.2.1. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto GT020. México, D.F. 56 pp.
- Lemos E. J. A. Y H. M. Smith. 2007. Anfibios y reptiles del estado de Chihuahua, México. Universidad Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 432 pp.
- Leopold, A.S. 1977. Fauna Silvestre de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F. 600 pp.

- López, C. 2010. El jaguar en México. En: Angulo, L. (ed.) La Jornada Ecológica, número especial del 4 de octubre de 2010. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). <http://www.jornada.unam.mx/2010/10/04/eco-d.html> (consultado el 23 de junio de 2016).
- Monterrubio-Rico, T. y E. Enkerlin. 2004. Variación anual en la actividad de anidación y productividad de la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*). Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Serie Zoología. 75:341-354.
- Moreno, C. 2008. Ecología conductual del oso negro (*Ursus americanus*) en la Sierra Madre Occidental. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. 94 pp.
- Narváez, R. y J. Sánchez. 1985. Plan integral para la protección y fomento de *Picea chihuahuana* Martínez. Edit. Centro de Investigaciones Forestales del Norte, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIFAP) de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Chihuahua, Chih., México. 19 pp.
- Ojeda-Ramírez, L.A., G. Pérez-Galdeán, L.C. Alatorre-Cejudo, L.C. Bravo-Peña y M.E. Torres-Olave. 2013. Distribución de *Trogon* spp. y *Euptilotis* spp. en Chihuahua: una predicción climática a futuro en los años 2020 y 2050 basada en el modelaje con algoritmos de nicho ecológico. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, estudios temáticos SELPER. San Luis Potosí, SLP, México. 6 pp.
- Peterson, R.T. y E.L. Chalif. 1987. Mexican Birds. Edit. Houghton Mifflin Company. Boston, MS. USA. 298 pp.
- Rendón, E. 2010. Ficha de identificación del jaguar (*Panthera onca*). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). México, D.F. 7 pp.
- Reyes, V., J. Vargas, J. López y H. Vaquera. 2005. Variación morfológica y anatómica en poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga* (Pinaceae). Acta Botánica Mexicana enero 2005 No. 70: 47-67.
- Rivera-Ortiz, F.A., K. Oyama, C.A. Ríos-Muñoz, S. Solórzano, A.G. Navarro-Sigüenza y M. del Coro Arizmendi. 2013. Habitat characterization and modeling of the potential distribution of the Military Macaw (*Ara militaris*) in Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad. 84:1200-1215.
- Rosas, O.C., Valdéz, R. y L.C. Bender. 2011. Conservation of jaguars and pumas in northeastern Sonora. In: Ceballos, G., Chávez, C., List, R., Zarza, H. y R. Medellín, Editors. 2011. Jaguar conservation and management in Mexico, cases studies and perspectives. Alianza WWF/Telcel, Telmex, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, DF. 13-20 pp.
- Royo M. M. y A. Melgoza C. 2005. Las plantas con estatus para el Estado de Chihuahua. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias del Centro de Investigación Regional del Norte Centro, Campo Experimental la Campana Chihuahua México. Folleto Técnico No.14. 63 pp.
- Stager, K.E. 1954. Birds of the Barranca de Cobre Region of Southwestern Chihuahua, Mexico. The

Condor. 56:21-32.

- Stokes, D. y L. Stokes. 2010. The Stokes field guide to the birds of North America. Little, Brown and Company, Hachette Book Group, New York, NY. 791 Pp.
- Young, K.E., P.J. Zwank, R. Valdez, J.L. Dye y L.A. Tarango. 1997. Diet of mexican spotted owls in Chihuahua and Aguascalientes, Mexico. J. Raptor Res. 31:376-380.

OTRAS CONSULTAS ELECTRÓNICAS

- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). Biodiversidad Mexicana. Consultado en: <http://www.biodiversidad.gob.mx> <http://bios.conabio.gob.mx>
- Apéndice i, ii, iii. Cites, Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres 12/06/2013
- Animales en Peligro de extinción. Consultado en: <http://www.animalesextincion.es>
- IUCN Red List of Threatened Species. Consultado en: <http://www.iucnredlist.org/search>
- Naturalista: <http://naturalista.conabio.gob.mx>
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). Consultado en: <http://www.conabio.gob.mx/ficha.htm>
- The Plant List. Concentración de herbarios. Consultado en: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2436006>



INDICADORES AMBIENTALES

OBJETIVO

Evaluar el estado de conservación, salud y productividad de los ecosistemas de la **Sierra Tarahumara**.

- ▲ Uso de suelo
- ▲ Cambio de uso de suelo
- ▲ Fragmentación del bosque
- ▲ Índice de disturbio
- ▲ Erosión del suelo
- ▲ Índice de calidad del agua
- ▲ Índice de sequía

USO DE SUELO

La información del uso del suelo es clave en diferentes escalas para comprender y analizar los procesos productivos de los diversos ecosistemas del planeta. Tienen un impacto en los componentes ambientales, sociales y económicos de la sustentabilidad mundial. La información sobre el uso del suelo desempeña un papel muy importante para el monitoreo de la salud de los ecosistemas, que continuamente están siendo presionados por las actividades antrópicas, por ejemplo, para registrar la pérdida de biomasa y el cambio de la cubierta forestal, frontera agrícola, de pastizal y matorrales, entre otras (Colditz et al., 2012).

De acuerdo a la Carta de Vegetación Primaria Potencial, que describe la posible distribución de la vegetación natural en ausencia de transformaciones humanas, los matorrales xerófilos ocupaban alrededor del 29 % del territorio, le seguían en extensión los bosques templados (22.7 %), las selvas subhúmedas (18.5 %) y las selvas húmedas (10 %; Figuras 2.2.1 y 2.2.2). Tipos de vegetación como los bosques mesófilos de montaña, los manglares y la vegetación hidrófila no rebasaban, en conjunto, el 4 % de la superficie nacional.

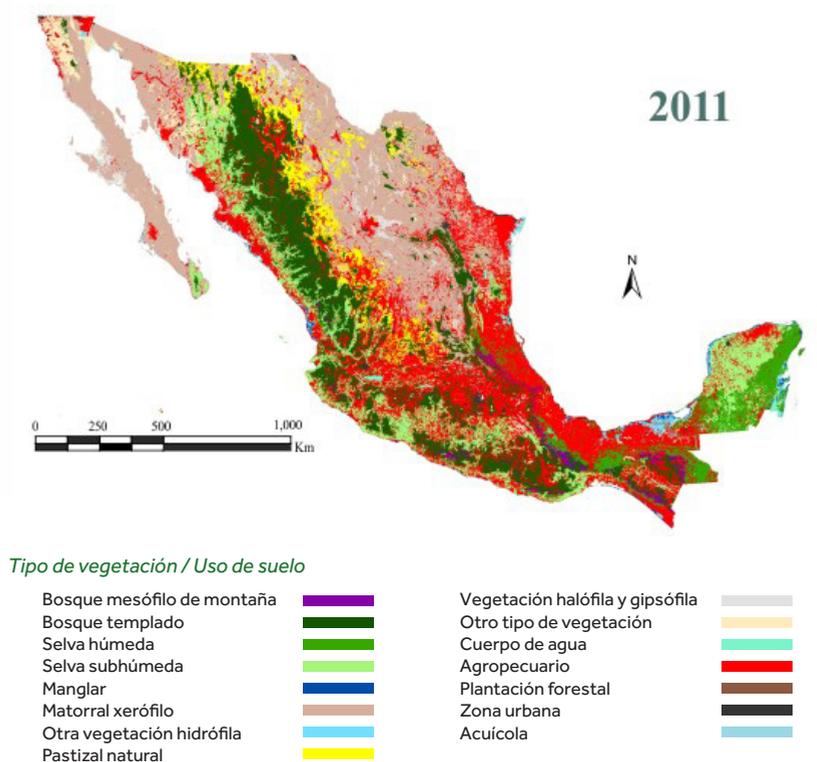


Figura 1. Distribución del uso actual del suelo en México, elaboración propia de la información generada por INEGI.

La información generada por estas bases de datos presenta un panorama más claro de los diferentes sucesos que están ocurriendo en el país en materia de uso de suelo. Su contenido es base para orientar las diferentes políticas de conservación, restauración y producción de los ecosistemas naturales de México. Esta evaluación de la distribución de los usos de suelo presenta elementos suficientes para llevar a cabo una planeación de escala nacional. Sin embargo, cuando se requiere llevar a cabo estudios más específicos a un nivel local, es necesario contar con herramientas que permitan generar información más detallada de los recursos existentes.

Los procedimientos convencionales para la generación de mapas de uso de suelo son a través de clasificación de imágenes de satélite, donde se lleva a cabo un conteo y agrupamiento de los píxeles de cada cobertura terrestre de acuerdo a su firma espectral dentro de un área cuadrada (pixel). La longitud del cuadrado determina la resolución del conjunto de datos de cobertura terrestre resultante. Los mapas de cobertura terrestre derivados de imágenes satelitales generalmente son importados a un Sistema de Información Geográfica (SIG) (Mölders, 2011). Existen otros métodos como la fotointerpretación, sin embargo, es una técnica que está siendo poco utilizada por la dificultad que implica su uso, ya que representa todo un reto para los intérpretes de la cartografía, además de las inconsistencias entre analistas, el tiempo que toma hacerlo y la superficie a fotointerpretar. De esta manera, está limitada a pequeñas superficies y con imágenes de alta resolución.

IMPORTANCIA DEL INDICADOR

La necesidad de contar con información base y apropiada de uso de suelo y vegetación para la caracterización y diagnóstico de la condición de la cobertura vegetal de la Sierra Tarahumara es de gran importancia para los diversos usuarios. La generación de mapas de uso de suelo y vegetación derivados de imágenes de satélite y técnicas de clasificación supervisadas son de gran utilidad para conocer la distribución y condición espacial de la vegetación a escalas locales, lo cual representa la oportunidad de contar con información más detallada de los municipios que conforman el proyecto Sierra Tarahumara.

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

Los métodos más comunes para la obtención de mapas de uso de suelo y vegetación son la digitalización y la clasificación supervisada. Los procedimientos de digitalización agregan los píxeles al tipo dominante de uso de suelo y vegetación dentro del área. Si el número de píxeles de dos tipos de uso de suelo y vegetación es igual, pero excede el de todos los demás tipos de cubierta terrestre dentro de esa área cuadrada, típicamente las líneas de digitalización se agregarán al tipo de uso de suelo y vegetación que se encuentra en el lado cóncavo para determinar el uso de suelo y vegetación dominante (Mölders, 2011).

Los algoritmos de clasificación supervisada y no supervisada de uso de suelo y vegetación aplicados comúnmente abarcan desde la interpretación visual a métodos estadísticos multivariados, basados en diferencias multispectrales y texturales, utilizando datos de satélite hasta clasificaciones que consideran la firma espectral de la superficie subyacente (Mölders, 2011).

Un gran conjunto de programas y métodos pueden ser utilizados para la obtención de mapas de uso de suelo y vegetación, entre ellos destacan:

- ArcGIS (<https://www.arcgis.com/features/index.html>)
- ERDAS (<https://www.hexagongeospatial.com/products/power-portfolio/erdas-imagine>)
- ENVI (<http://www.harrisgeospatial.com/SoftwareTechnology/ENVI.aspx>)
- PCI Geomatics (<http://www.pcigeomatics.com>)
- QGIS (<https://www.qgis.org/es/site/>)
- TerrSet (<https://clarklabs.org/terrset/>)

Por otro lado, un gran número de metodologías de clasificación supervisadas y no supervisadas también han sido desarrolladas y se encuentran disponibles en estos programas.

METODOLOGÍA DEL INDICADOR ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DE SATÉLITE

Las imágenes de satélite son obtenidas (la mayoría de las veces) de forma gratuita y pueden descargarse de internet. Actualmente existen diversas plataformas de satélite como Landsat (<https://earthexplorer.usgs.gov>), Sentinel (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>), Aster (<http://gicf.umd.edu/data/aster/>), MODIS (<https://modis.gsfc.nasa.gov>).



Figura 2. Servidor de imágenes de satélite del Servicio Geológico de Estados Unidos, disponibilidad de imágenes satelitales.

CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA

Un paso importante para la corrección de imperfecciones que pueden ser transferidos entre el sensor que registra la imagen y la superficie terrestre es la corrección radiométrica. Esta corrección es ampliamente utilizada y es de gran utilidad cuando se llevan a cabo estudios multitemporales al comparar dos mapas de uso de suelo y vegetación de distintas fechas. La corrección radiométrica es llevada a cabo mediante distintas metodologías como DOS1, ATCOR, FLAASH, S6, entre otros algoritmos que se encuentran dentro de la paquetería del software de procesamiento de imágenes generadas por sensor remoto.

COMPOSICIÓN DE BANDAS

La composición de bandas es un procedimiento estándar, donde a través de distintas combinaciones de las escenas provenientes de la imagen de satélite se lleva a cabo una combinación donde se resaltan determinados atributos o colores que se deseen encontrar. Las combinaciones dependen del número de bandas del sensor y sus características. Las combinaciones más comunes para el sensor Landsat, plataforma empleada en este proyecto son:

Cuadro 1. Combinaciones de bandas para el satélite Landsat.

COMBINACIÓN	BANDAS
Color natural	4 3 2
Falso color (urbano)	7 6 4
Color infrarrojo (vegetación)	5 4 3
Agricultura	6 5 2
Penetración atmosférica	7 6 5
Vegetación saludable	5 6 2
Tierra/agua	5 6 4
Natural con remoción atmosférica	7 5 3
Infrarrojo de onda corta	7 5 4
Análisis de vegetación	6 5 4

Uno de los primeros pasos en la generación del uso de suelo de la Sierra Tarahumara fue el análisis de los ecosistemas presentes en la región. Este paso consiste en la revisión de información documental, como estudios previos, cartografía existente, trabajo de campo y conocimientos en percepción remota. La Figura 3 presenta algunos de los usos de suelo más importantes en la región.



Figura 3. Diversos tipos de uso de suelo de la región Sierra Tarahumara.

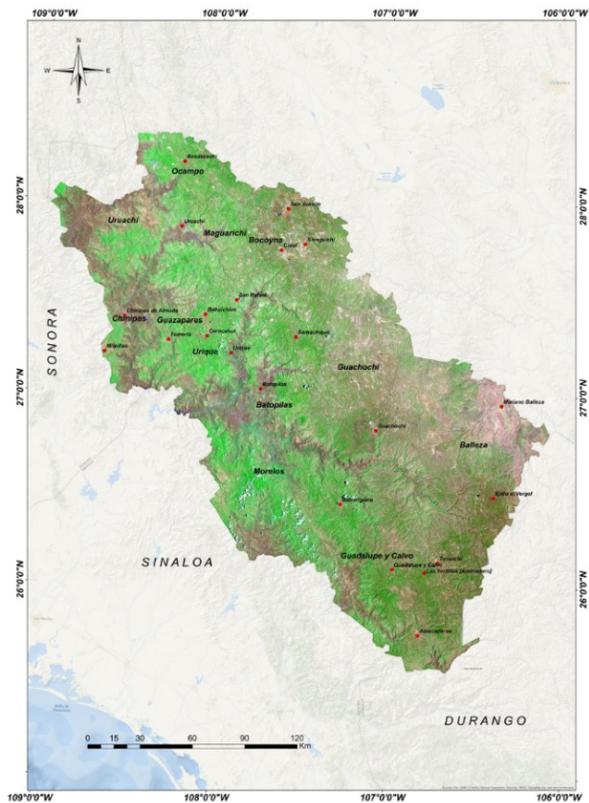


Figura 4. Combinación de bandas 6, 5, 4 para la Sierra Tarahumara, año de la imagen 2015.

CLASIFICACIÓN SUPERVISADA

Posterior a la corrección y al análisis de la composición en falso color de la imagen, se lleva a cabo un proceso de clasificación supervisada. En los distintos programas de sistemas de información geográfica están disponibles los métodos en módulos, donde paso a paso se lleva a cabo la clasificación. Algunos de los métodos más utilizados para la clasificación supervisada son: máxima verosimilitud, mínimas distancias, mientras que para los no supervisados son: agrupamiento jerárquico, Iso Cluster, entre otros.

Para este proyecto se aplicó un método de clasificación supervisado basado en la técnica del análisis multivariado discriminante, método de máxima verosimilitud. Este método utilizó áreas de entrenamiento como polígonos y reglas de decisiones basadas en probabilidades de acuerdo a la siguiente Ecuación 1.

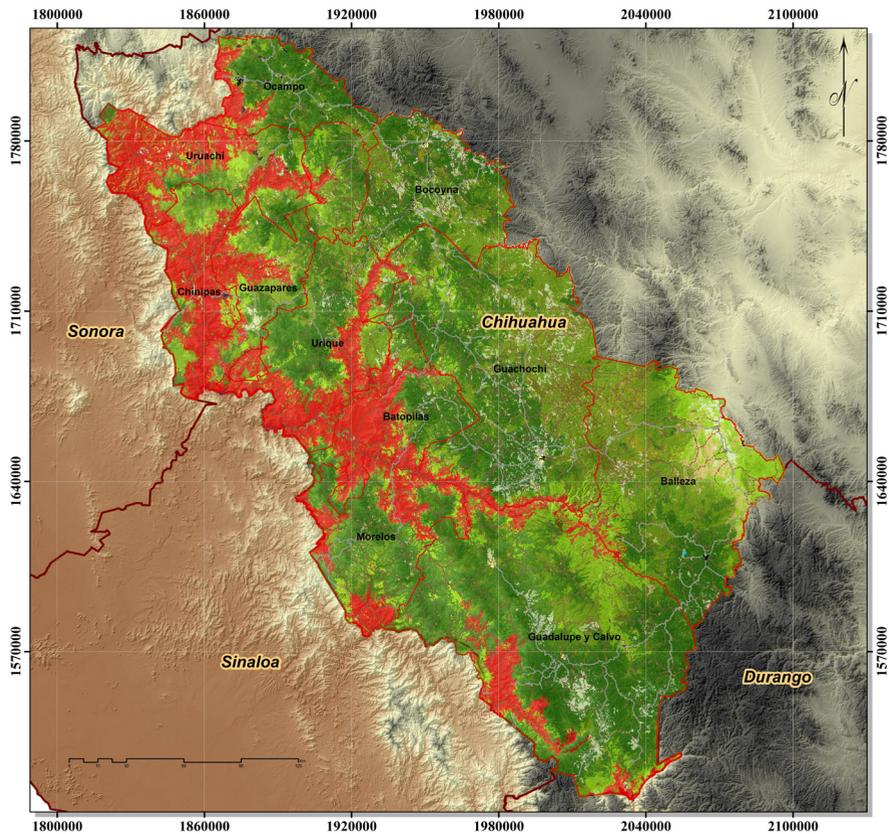
De acuerdo al análisis previo de los usos de suelo presentes en la región y, en base en el consenso del grupo de expertos, se definieron 12 clases de uso de suelo como las más representativas en el área de estudio, esto en relación a su dominancia.

Cuadro 2. *Uso de suelo o áreas de entrenamiento aplicadas al proceso de clasificación supervisada*

USO DEL SUELO	CONSIDERADA
Agricultura de riego	✓
Agricultura de temporal	✓
Asentamientos humanos	✓
Bosque bajo-abierto	✓
Bosque de encino	✓
Bosque de picea	✓
Bosque de pino	✓
Bosque de ino-encino (pencino-pino)	✓
Cuerpos de agua	✓
Pastizal natural	✓
Selva baja caducifolia	✓
Vegetación secundaria arbustiva pino	✓

$$g_i(x) = \ln p(\omega_i) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_i| - \frac{1}{2} (x - m_i)^T \Sigma_i^{-1} (x - m_i)$$

Donde i clase, $x = n$ - datos dimensionales (donde n es el número de bandas), $p(\omega_i)$ = la probabilidad de que la clase i aparezca en la imagen y que sea asumida por todas las clases, $|\Sigma_i|$ = determinante de la matriz de covarianza para los datos de la clase i y Σ_i^{-1} = matriz inversa, m_i = vector.



SIMBOLOGÍA

Uso de suelo y vegetación

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Asentamientos humanos
- Bosque bajo-abierto
- Bosque de encino
- Bosque de picea

- Bosque de Pino
- Bosque de pino-encino (encino-pino)
- Cuerpo de agua
- Pastizal natural
- Selva baja caducifolia
- Vegetación secundaria arbustiva pino.

Límites

- Área de estudio
- Límite estatal
- Área urbana

Altitud del área de estudio

- 3286 msnm
- 159 msnm

Rasgos hidrográficos

- Cuerpos de agua

Vías de comunicación

- Calle
- Camino
- Carretera
- Vía férrea sencilla

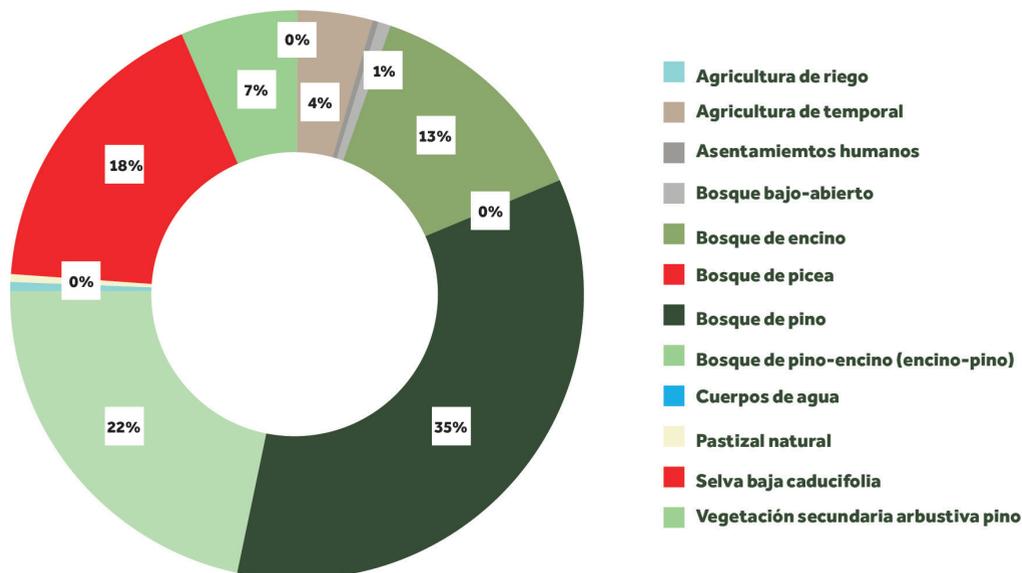
Referencia cartográfica:
 Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Conica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 5. Clasificación supervisada de 12 tipos de vegetación en la Sierra Tarahumara.

De acuerdo con los resultados, el Cuadro 3 y la Gráfica 1 presentan la superficie por uso de suelo generada a través del proceso de clasificación supervisada. La superficie de bosque de pino representó la mayor cobertura de clase, con una extensión de 1,443,912.93 ha (34.08 %). La segunda clase con mayor cobertura fue la representada por las comunidades de pino-encino y/o encino-pino (22 %) con una distribución aproximada de 912,298.89 ha. La selva baja caducifolia y los bosques de encino se distribuyeron en el 17.3 % y 12.7 % del territorio de la ST respectivamente. Los asentamientos humanos ocuparon 10,114.70 ha. Los cuerpos de agua representadas por las presas, lagos y presones fue la clase de menor extensión (3,348.42 ha).

USO DEL SUELO	SUPERFICIE HA	%
Agricultura de riego	1415.21	0.03
Agricultura de temporal	176806.00	4.21
Asentamientos humanos	8876.19	0.21
Bosque bajo-abierto	27295.15	0.65
Bosque de encino	349527.44	8.31
Bosque de picea	319.64	0.01
Bosque de pino	1432327.62	34.07
Bosque de pino-encino (encino-pino)	1173270.79	27.91
Cuerpos de agua	3319.59	0.08
Pastizal natural	120292.60	2.86
Selva baja caducifolia	741764.65	17.65
Vegetación secundaria arbustiva pino	166548.96	3.96

Cuadro 3. Superficies por tipo de vegetación.



Gráfica 1. Distribución del uso de suelo en la región de la Sierra Tarahumara del proyecto Tarahumara Sustentable. Generación propia 2015.

LITERATURA CITADA

- Mölders, N. 2011. Land-use and land-cover changes: impact on climate and air quality (Vol. 44). Springer Science & Business Media.
- Colditz, R. R., Saldaña, G. L., Maeda, P., Espinoza, J. A., Tovar, C. M., Hernández, A. V., ... & Ressler, R. 2012. Generation and analysis of the 2005 land cover map for Mexico using 250 m MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 123, 541-552.
- Congalton, R.G. Remote sensing and geographic information system data integration: Error sources and research issues. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 1991, 57, 677-687.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Uso de suelo

Descripción breve

Las clases de tipo de cobertura expresadas como uso del suelo en un espacio geográfico determinado.

Unidad de medición

Superficie en hectáreas. Las superficies de las clases de uso del suelo pueden referirse como coberturas.

Justificación

En la actualidad existe información de uso de suelo de diferentes fuentes y escalas espaciales que proporcionan información sobre la cubierta vegetal de México. Los datos de la superficie que ocupa una clase o tipo de cobertura en un espacio geográfico determinado presentan un estado de conocimiento de línea base para llevar a cabo acciones de planeación del territorio. Las fuentes de datos existentes usualmente se generan en escalas 1:250,000 y bajo métodos combinados de clasificación supervisada y de fotointerpretación. La generación y utilización de la cartografía en escala 1:50,000 presenta las ventajas de una mejor definición y análisis en detalle del uso de suelo que mejora la toma de decisiones en los programas de manejo y protección forestal, así como en la planeación del territorio.

Metodología para la obtención del indicador

Dado que las Series de Mapas generados por INEGI presentan atrasos en el tiempo y no reflejan el estado de salud actual de las coberturas, es imprescindible trabajar con imágenes de satélite, fuentes de datos gratuitas proporcionadas por el servidor <http://glcfapp.glc.umd.edu:8080/esdi/>. Una vez corregidas y construido el mosaico de imágenes, este indicador se obtiene aplicando técnicas de clasificación supervisada bajo el algoritmo de máxima probabilidad. Este método utiliza áreas de entrenamiento con polígonos y reglas de decisiones basadas en probabilidades de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$g_i(x) = \ln p(\omega_i) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_i| - \frac{1}{2} (x - m_i)^T \Sigma_i^{-1} (x - m_i)$$

donde i clase, $x = n$ - datos dimensionales (donde n es el número de bandas), $p()$ = la probabilidad de que la clase aparezca en la imagen y que sea asumida por todas las clases, $|\Sigma_i|$ = determinante de la matriz de covarianza para los datos de la clase y Σ_i^{-1} = matriz inversa, m_i = vector.

Fuente de información

Fuente de datos generada bajo proceso de investigación propia, grupo consultor cuerpo académico Recursos Naturales y Ecología, UACH. 2016

Otras referencias:

Imágenes multiespectrales del sensor Landsat Thematic Mapper (TM) y Landsat 8 OLI, adquiridas del Land Cover Facility Program, Earth Science Data Interface, <http://glcfapp.glc.umd.edu:8080/esdi/>.

Series II, III y V de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI.

Frecuencia de medición

Cada 5 o 10 años.

Último año de medición

2015.

Alcance del indicador

Cuadro 4. Alcance del indicador

Sistema	Predio	Municipios	Estado	País
Silvoagropecuario		X	X	X

LÍNEA BASE DEL INDICADOR USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN

Cuadro 5. Superficie de usos de suelo de 2015 de la región de la Sierra Tarahumara.

USO DEL SUELO	SUPERFICIE HA	%
Agricultura de riego	1415.21	0.03
Agricultura de temporal	176806.00	4.21
Asentamientos humanos	8876.19	0.21
Bosque bajo-abierto	27295.15	0.65
Bosque de encino	349527.44	8.31
Bosque de picea	319.64	0.01
Bosque de pino	1432327.62	34.07
Bosque de pino-encino (encino-pino)	1173270.79	27.91
Cuerpos de agua	3319.59	0.08
Pastizal natural	120292.60	2.86
Selva baja caducifolia	741764.65	17.65
Vegetación secundaria arbustiva pino	166548.96	3.96

CAMBIOS DE USO DE SUELO

Los bosques son tipos de ecosistemas vitales en el planeta y juegan un rol muy importante en el hábitat para muchas especies de flora y fauna, además son el sustento económico de muchos habitantes alrededor del mundo y en el ciclo global del carbono. Proporcionan diversos elementos de cobertura vegetal para que se lleven a cabo diferentes procesos en los ciclos biogeoquímicos e hidrológicos. Así mismo, durante la última década, el decremento de las áreas forestales ha tenido un especial interés por los grandes impactos que esto ocasiona en escalas locales, regionales y globales. Los bosques templados del Norte de México están sujetos a una continua presión debido a diversas actividades de aprovechamientos forestales. Los principales factores que afectan las masas boscosas de la sierra madre occidental son los incendios forestales, las plagas y la explotación ilegal o desmedida del recurso.



Figura 1. Ecosistemas forestales como sustento de la población rural.

Durante la última década, la disminución de las áreas forestales se ha convertido en un tema de especial interés por los importantes impactos en el ambiente local, regional y global (Lambin y Meyfroidt, 2011; Cabrera y Vilalta, 2013; Chen, et al., 2013). El aumento de la población ha tenido como consecuencia la alta demanda de bienes, satisfactores y servicios, provocando cambios sobre el uso de suelo para atender la demanda en todo el mundo (Yu, et al., 2007). Las áreas forestales cubren grandes superficies, representando grandes reservorios de carbono para el planeta. Sin embargo, diversos estudios han demostrado que su reducción ha alterado de manera significativa el paisaje natural y es una de las causas que han contribuido al cambio climático global (Dale, 1997; Watson, et al., 2000; Leuzinger, et al., 2011; Abdalla, et al., 2013).

México es uno de los países con más recursos forestales a nivel mundial, sus bosques, selvas y otras áreas con vegetación natural ocupan aproximadamente 74 % del territorio nacional con 1,461,000 kilómetros cuadrados, de los cuales 700,000 corresponden a bosques y selvas; 575,000 a matorrales y 186,000 a otros tipos de vegetación. En México los bosques de pino y encino son ecosistemas muy ricos en especies, existen alrededor de 60 especies de pinos (muchas de ellas maderables), que representan el 50 % del total a nivel mundial, y alrededor de 170 especies de encinos, que también representan más del 50 % del total mundial (Velázquez et al., 2005).

Los bosques templados ocupan la mayor cobertura forestal de México, con alrededor de 32 millones de hectáreas, que equivalen al 18 % de su territorio. Sin embargo, cada año se pierden, en promedio, 40 mil hectáreas de bosque templado, en esta región se presenta la mayor diversidad de asociaciones entre pinos y encinos a nivel mundial (González, *et al.*, 2012). La deforestación altera los ciclos biogeoquímicos (Potter, 1999). La expansión de cultivos agrícolas, tala ilegal y tierras de pastizal para alimentar al ganado sobre áreas de bosque ha tenido como consecuencia la fragmentación y la degradación del paisaje (Manjarrez, *et al.*, 2015). La cuantificación de los cambios en el paisaje es muy importante para la comprensión de la variabilidad espacial y estructural en el uso de suelo y sus efectos ecológicos asociados (Turner, 2005). En este sentido, es importante entender el comportamiento evolutivo de las masas forestales y de su relación con los factores abióticos que intervienen en su desarrollo, distribución y preservación (Bormann y Likens, 1994). Para analizar la estructura, función y dinámica del uso del suelo es necesario vincular los patrones espaciales con el paisaje para cuantificar las causas y consecuencias de su evolución (Kabba y Li, 2011).



Figura 2. Disturbios en los ecosistemas naturales que impulsan el cambio de uso de suelo.

Los bosques de México son vulnerables al cambio climático (Villers y Trejo, 1997) y representan un almacén de carbono aproximado de ocho mil millones de toneladas de carbono (Mansera, *et al.*, 1997), cantidad equivalente a las emisiones mundiales actuales de CO². La capacidad de almacenamiento de carbono en estos bosques se está perdiendo rápidamente por los procesos de deforestación y degradación de los ecosistemas forestales (Grimm, *et al.*, 2000).

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

La obtención de este indicador puede llevarse a cabo a través de información existente, como los datos oficiales reportados por dependencias como INEGI, CONAFOR, SEMARNAT, CONABIO, entre otras. Los datos se encuentran disponibles a una escala 1:250,000. Dichos son valiosos cuando queremos estimar cambios de uso de suelo en pequeñas escalas, sin embargo, cuando queremos información local o predial se vuelve difícil encontrar información detallada del lugar. Para el caso de este proyecto se trabajó con datos obtenidos de imágenes Landsat TM Y OLI para los periodos 1990 y 2015 (Figura 3).

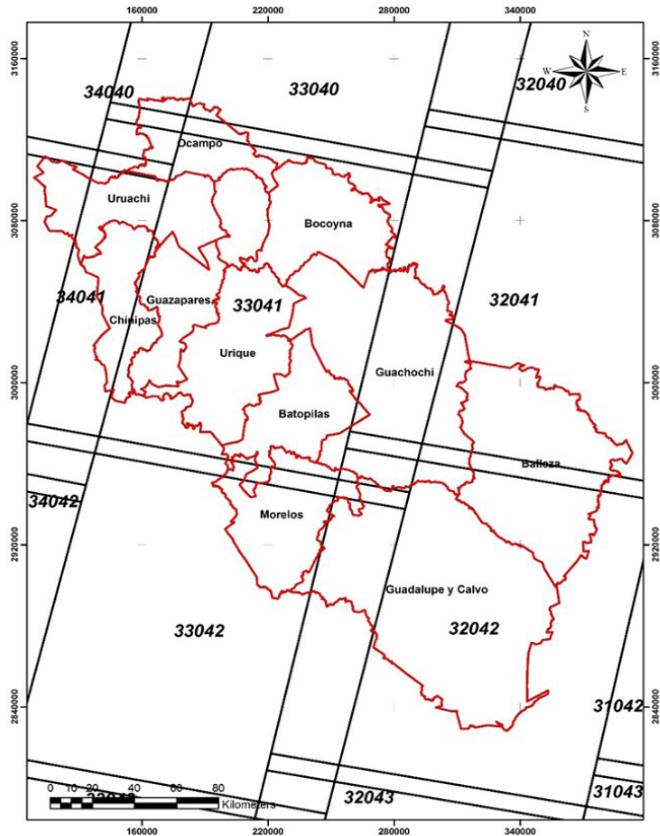


Figura 3. El área del proyecto Tarahumara Sustentable está representado por 7 escenas del sensor Landsat.

Un análisis multitemporal permitió determinar los cambios (ganancias y pérdidas) para cada tipo de uso de suelo. La tasa de deforestación se obtuvo mediante la fórmula de interés compuesta por la FAO.

$$D = \ln \left(\frac{A_2}{A_1} \right) * \frac{100}{t_1 - t_2}$$

Donde D = tasa de deforestación por año en porcentaje, A_1 = cobertura de suelo en el tiempo 1, A_2 = cobertura de suelo en el tiempo 2, t_1 = año de evaluación inicial. t_2 = año de evaluación final.

El cruce de la información permitió obtener las ganancias y las pérdidas de usos de suelo. La Figura 4 esquematiza dicho proceso. El proceso consistió en la comparación de la información generada por la clasificación de uso del suelo de 1990 contra la clasificación del 2015 (Figura 5).

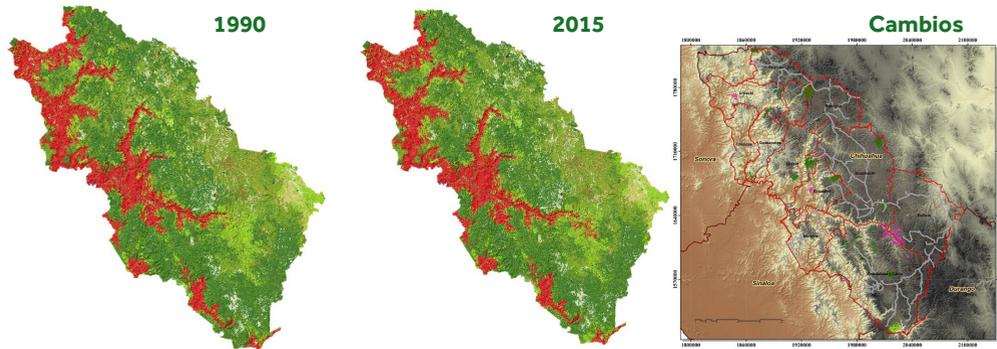


Figura 4. Esquematación del proceso de análisis de cambios de uso de suelo en el periodo 1990-2015, del proyecto Sierra Tarahumara.

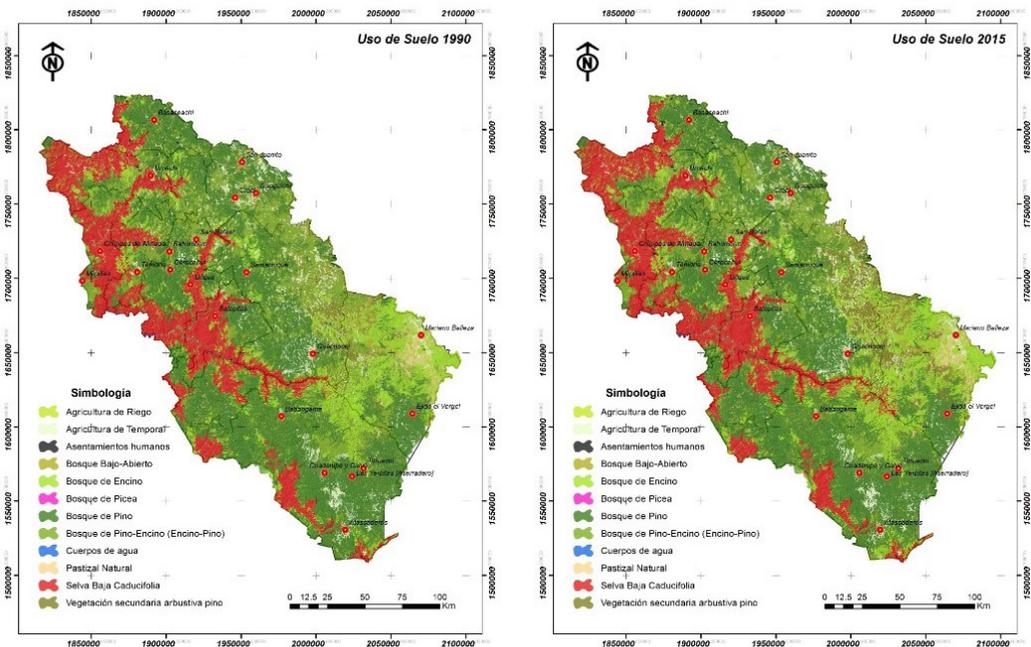


Figura 5. Mapas de uso de suelo de la región Sierra Tarahumara, obtenidos a través del procesamiento de imágenes de satélite Landsat TM5 y OLI de 1990 y 2015.

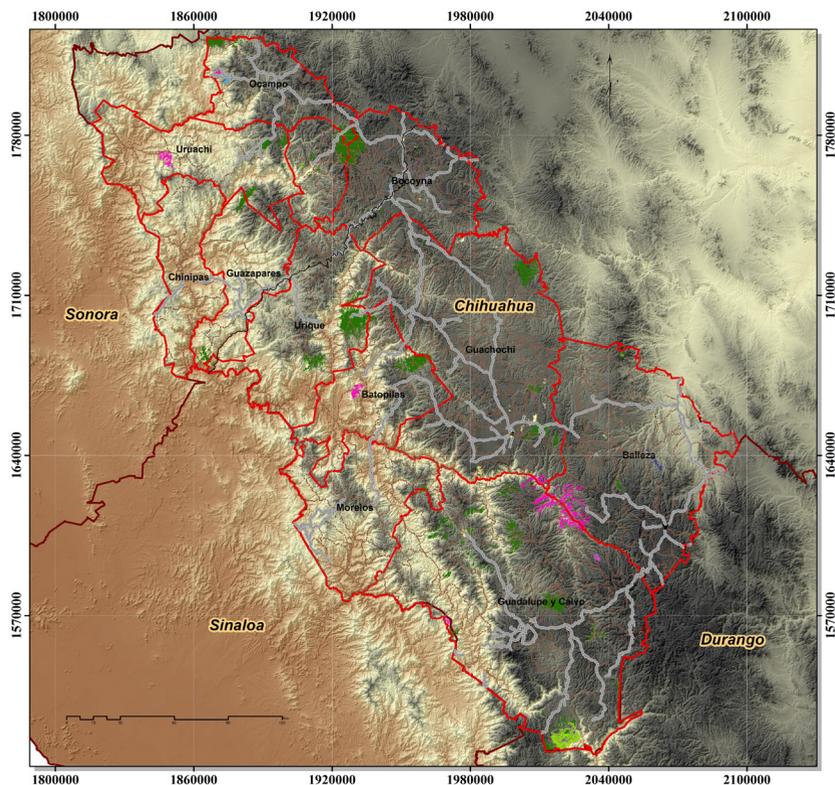
El Cuadro 2 muestra los cambios de uso de suelo en un periodo de 25 años. De 1990 al 2015, los bosques de pino y pino-encino presentaron las mayores pérdidas de superficie, 93,506 y 62,035 ha

para un total aproximado de 155,540 ha. En contraste, la vegetación secundaria arbustiva en zonas de pino y los bosques de encino se incrementaron en conjunto 146,920 ha. También se expandieron los asentamientos humanos (4,152 ha) y se abrieron 762 ha para agricultura de temporal. El bosque de pino encino y vegetación secundaria arbustiva de pino presentaron los mayores incrementos.

Cuadro 2. Análisis de cambios de usos de suelo de 1990 al 2015, de la región de la Sierra Tarahumara (valores positivos denotan decremento e inverso).

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIES EN HECTÁREAS				
	1990	%	2015	%	Diferencia
Agricultura de riego	1,505.58	0.03	1415.21	0.03	90.37
Agricultura de temporal	175,349.40	4.17	176806.00	4.21	-1456.6
Asentamientos humanos	6,165.11	0.14	8876.19	0.21	-2711.08
Bosque bajo-abierto	26,696.74	0.63	27295.15	0.65	-598.41
Bosque de encino	360,688.52	8.58	349527.44	8.31	11161.08
Bosque de picea	319.64	0.01	319.64	0.01	0.00
Bosque de pino	1,524,978.60	36.27	1432327.62	34.07	92650.98
Bosque de pino-encino (encino-pino)	1088625.21	25.89	1173270.79	27.91	-84645.58
Cuerpos de agua	3178.12	0.07	3319.59	0.08	-141.47
Pastizal natural	119866.22	2.85	120292.60	2.86	-426.38
Selva baja caducifolia	725606.96	17.26	741764.45	17.65	-16157.49
Vegetación secundaria arbustiva pino	167578.59	3.98	166548.96	3.96	1029.63
TOTAL	4,203,752.57		4,203,778.71		

En general, los cambios de superficie y los tipos de cobertura del suelo tienen gran importancia para la estabilidad de los paisajes de las comunidades de la Sierra Tarahumara. La Figura 6 muestra los cambios de uso de suelo y vegetación de 1990 a 2015.



SIMBOLOGÍA

Cambios

- Bosque de encino a selva baja caducifolia
- Bosque de pino a agricultura temporal
- Bosque de pino a bosque de encino
- Bosque de pino a bosque de pino-encino (encino-pino)
- Bosque de pino- encino (encino-pino) a vegetación secundaria arbustiva pino
- Pastizal natural a bosque de pino-encino (encino-pino)
- Vegetación secundaria arbustiva a asentamientos humanos
- Vegetación secundaria arbustiva pino a bosque de pino-encino (encino-pino)



Límites

- Área de estudio
- Límite estatal
- Área urbana



Altitud del área de estudio

3286 msnm

159 msnm



Rasgos hidrográficos

- Cuerpos de agua



Vías de comunicación

- Calle
- Camino
- Carretera
- Vía férrea sencilla



Referencia cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 6. Análisis de cambios de uso de suelo y vegetación del periodo 1990 – 2015 de la Sierra Tarahumara.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Cambios de uso de suelo.

Descripción breve

Cambio en el tiempo de la distribución de los usos del suelo en un espacio geográfico determinado.

Unidad de medición

Tasa de cambio anual en % o tasa neta en % en un periodo de años. También es factible utilizar el verificador superficie transformada en ha/año.

Justificación

El incremento en la producción de bienes y servicios ejerce una mayor presión sobre los ecosistemas forestales. Además de las malas prácticas de manejo forestal, otras actividades que promueven con mayor intensidad el cambio en el uso del suelo son la agricultura, la ganadería, el crecimiento urbano y la infraestructura de comunicaciones y otros servicios. En el ordenamiento territorial comunitario, es fundamental evaluar los cambios de uso de suelo que ha experimentado una región, lugar o espacio geográfico, con el propósito de establecer programas de planeación territorial que propicien la re-conversión de tierras a otras actividades productivas que no son acordes con su potencial natural y establecer programas de restauración ecológica de acuerdo al potencial natural de los sitios.

Metodología para la obtención del indicador

El análisis espacio-temporal se realiza mediante comparación de imágenes de satélite para conocer los cambios para cada uso de suelo. Se pueden utilizar en forma puntual imágenes de la plataforma Landsat de periodos anteriores (sensores MSS y TM) y el nuevo sensor OLI8 de la misma plataforma satelital. También es factible utilizar las series de Uso del Suelo y Vegetación en sus series II a V de INEGI, aunque esta última, a la fecha ya presenta un desfase de tiempo para su análisis. En todos los casos se emplea la ecuación:

$$D = \ln \left(\frac{A_2}{A_1} \right) * \frac{100}{t_1 - t_2}$$

donde: D = Tasa de cambio (ha años⁻¹), A_1 = uso de suelo en el periodo inicial (ha), A_2 = uso de suelo en el periodo final (ha), and t_1, t_2 = tiempo (años) del inicio y final de la evaluación.

FUENTE DE INFORMACIÓN

Fuente de datos generada bajo proceso de investigación propia, grupo consultor cuerpo académico Recursos Naturales y Ecología, UACH. 2016.

OTRAS REFERENCIAS:

Imágenes multiespectrales del sensor Landsat Thematic Mapper (TM) y Landsat 8 OLI, adquiridas del Land Cover Facility Program, Earth Science Data Interface, <http://glcfapp.glc.f.umd.edu:8080/esdi/>. Series II, III y V de Uso del Suelo Y Vegetación de INEGI.

Pinedo, C.; Pinedo, A.; Quintana, A.; Martínez, M. (2007). Análisis de áreas deforestadas en la región centro-norte de la Sierra Madre Occidental, Chihuahua, México. *Tecnociencia*, 1(1), 36-43.

Frecuencia de medición

Cada 5 o 10 años.

Último año de medición

2015.

Alcance del indicador

Cuadro 3. Alcance del indicador

Sistema	Predio	Municipios	Estado	País
Silvoagropecuario		X	X	X

LÍNEA BASE DEL INDICADOR

Cuadro 4. Análisis de cambios de usos de suelo de 1990 al 2015 en el área de la ST.

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIES EN HECTÁREAS				
	1990	%	2015	%	Diferencia
Agricultura de riego	1,505.58	0.03	1415.21	0.03	90.37
Agricultura de temporal	175,349.40	4.17	176806.00	4.21	-1456.6
Asentamientos humanos	6,165.11	0.14	8876.19	0.21	-2711.08
Bosque bajo-abierto	26,696.74	0.63	27295.15	0.65	-598.41
Bosque de encino	360,688.52	8.58	349527.44	8.31	11161.08
Bosque de picea	319.64	0.01	319.64	0.01	0.00
Bosque de pino	1,524,978.60	36.27	1432327.62	34.07	92650.98
Bosque de pino-encino (encino-pino)	1088625.21	25.89	1173270.79	27.91	-84645.58
Cuerpos de agua	3178.12	0.07	3319.59	0.08	-141.47
Pastizal natural	119866.22	2.85	120292.60	2.86	-426.38
Selva baja caducifolia	725606.96	17.26	741764.45	17.65	-16157.49
Vegetación secundaria arbustiva pino	167578.59	3.98	166548.96	3.96	1029.63
TOTAL	4,203,752.57		4,203,778.71		

DISTURBIO FORESTAL

Los ecosistemas terrestres representan el sustento de la vida en el planeta en todas sus formas. Los bosques son ecosistemas que ofrecen servicios de suministro y regulación, tales como producción de madera y el almacenamiento de carbono orgánico. La cobertura boscosa propicia un nivel estable de materia orgánica y el reciclaje de los nutrientes, así como un sostenido flujo de agua al sistema hidrográfico (Renda, 2006), condiciones que pueden resultar seriamente modificadas ante el cambio ambiental global aunado a la falta de regulación en el aprovechamiento de los recursos que brindan éstos ecosistemas, por lo que es importante modificar las prácticas de manejo con el fin de hacer un mejor uso de éstas regiones.

La necesidad de un mejor entendimiento de los cambios y la dinámica en la cobertura forestal hace fundamental el monitoreo tanto a escalas locales como regionales de las masas forestales, principalmente en áreas impactadas por el establecimiento de asentamientos humanos y el cambio de uso de suelo. Por lo anteriormente mencionado, es necesario estudiar los patrones de distribución espacial de la vegetación para evaluar su condición actual y así mismo interpretar las dinámicas de las distintas comunidades vegetales y su respuesta ante los impactos climáticos y antropogénicos (Rodríguez *et al.*, 2010).



Figura 1. Disturbios provocados por incendios, apertura de tierras al pastoreo en áreas forestales es una de las principales causas de la degradación forestal.

En los bosques de la Sierra Madre Occidental del norte de México, los principales agentes de deterioro o degradación de las zonas forestales han sido los incendios forestales, las plagas y la explotación ilegal o desmedida del recurso maderable, originada por la falta de regulación de documentos legales para ese fin, así como la consecuente erosión del suelo (UMAFOR0805, 2009). La mayor parte de los municipios que contempla el proyecto Tarahumara Sustentable son grandes productores de madera en rollo, así como sus residuales, esto lo convierte en una de las zonas más vulnerables a los diversos impactos que esta actividad representa.

EL ÍNDICE DE DISTURBIO COMO INDICADOR

Los cambios espaciales en la cobertura vegetal de los ecosistemas forestales son detectados mediante el índice de disturbio forestal (ID) (Hilker *et al.*, 2009); El cual permite identificar áreas en donde se ha perdido cobertura de los diferentes tipos de vegetación en las zonas de bosques. En estudios realizados para zonas forestales, el ID es obtenido a través de técnicas en percepción remota, diseñado para resaltar las firmas espectrales de áreas sin cobertura vegetal asociadas a disturbios que desplazan todo el dosel superior, separando dichas firmas del resto de la vegetación (Healey *et al.*, 2005). El ID es calculado a partir de la información generada mediante una transformación Tasseled Cap hecha a las imágenes de satélite, utilizando los tres componentes (brillo, verdor y humedad) generados a partir de dicha transformación. Los valores positivos obtenidos a partir del cálculo del ID representan altos niveles de brillo, pero bajos valores representan el verdor y la humedad. El índice de degradación es calculado como los valores totales de brillo menos la sumatoria de los valores del verdor y humedad (Kuemmerle *et al.*, 2007).



Figura 2. Área de bosque de pino-encino siniestrada por incendios en la región de San Juanito, localidad de Bocoyna, Chihuahua.

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

Para la estimación, análisis y cuantificación del ID se utilizó una escena de satélite del sensor Landsat OLI 8 con resolución espacial de 30 metros capturada en febrero del 2015. Las imágenes fueron obtenidas del servidor del USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos por sus siglas en inglés), cuyo nivel de procesamiento incluye correcciones radiométricas, geométricas y topográficas. El sensor Landsat 8 OLI (Operational Land Imager) se compone de 11 bandas que tienen su distribución en el espectro electromagnético de la siguiente manera: la banda 1 conocida como aerosol costero (0.43 – 0.45 μm), banda 2 azul (0.45 – 0.51 μm), banda 3 verde (0.53 – 0.59 μm), banda 4 rojo (0.64 – 0.67), banda 5 infrarrojo cercano (0.85 – 0.88 μm), banda 6 infrarrojo de onda corta 1 (1.57 – 1.65 μm), banda 7 infrarrojo de onda corta 2 (2.11 – 2.29 μm), banda 8 pancromático (0.50 – 0.68 μm), banda 9 cirrus (1.36 – 1.38 μm), banda 10 infrarrojo térmico 1 (10.60 – 11.19 μm) y banda 11 infrarrojo térmico 2 (11.50 – 12.51). Además, cuenta con una resolución espacial de 30 m, de las bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 9. La banda 8 cuenta con una resolución espacial de 15 m y en las bandas 10 y 11 su resolución es de 100 m.

El ID consiste en normalizar cada imagen de Tasseled Cap (Kauth y Thomas, 1976; Healey et al., 2005), la cual explica la variación fenológica de una imagen a otra. La normalización de los valores Brighthness (B), Greenness (G) y Wetness (W) es llevada a cabo mediante las siguientes ecuaciones:

$$Br = \frac{B - B}{B\sigma} \quad Gr = \frac{G - G}{G\sigma} \quad Wr = \frac{W - W}{W\sigma}$$

Donde: Br, Gr, Wr son los índices normalizados (reescalados) brillo, verdor y humedad respectivamente y B, G y W, y B, G, son las medias y desviaciones estándar de los valores de Tasseled Cap. El proceso de reescalado normaliza los valores de los píxeles a través de los cambios globales de la reflectancia, como cambios estacionales inducidos por la dirección de la reflectancia, minimizando la variabilidad estacional en las imágenes. El DI se define como una combinación lineal de los tres valores de Tasseled Cap normalizados:

$$DI = Br - (Gr + Wr)$$

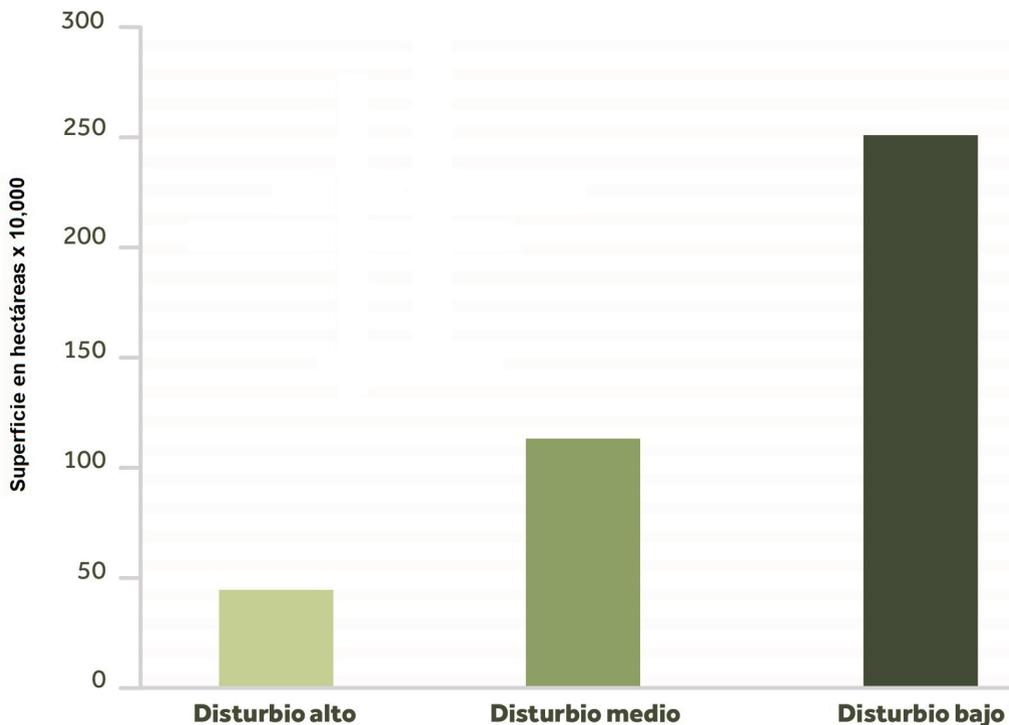
RESULTADOS

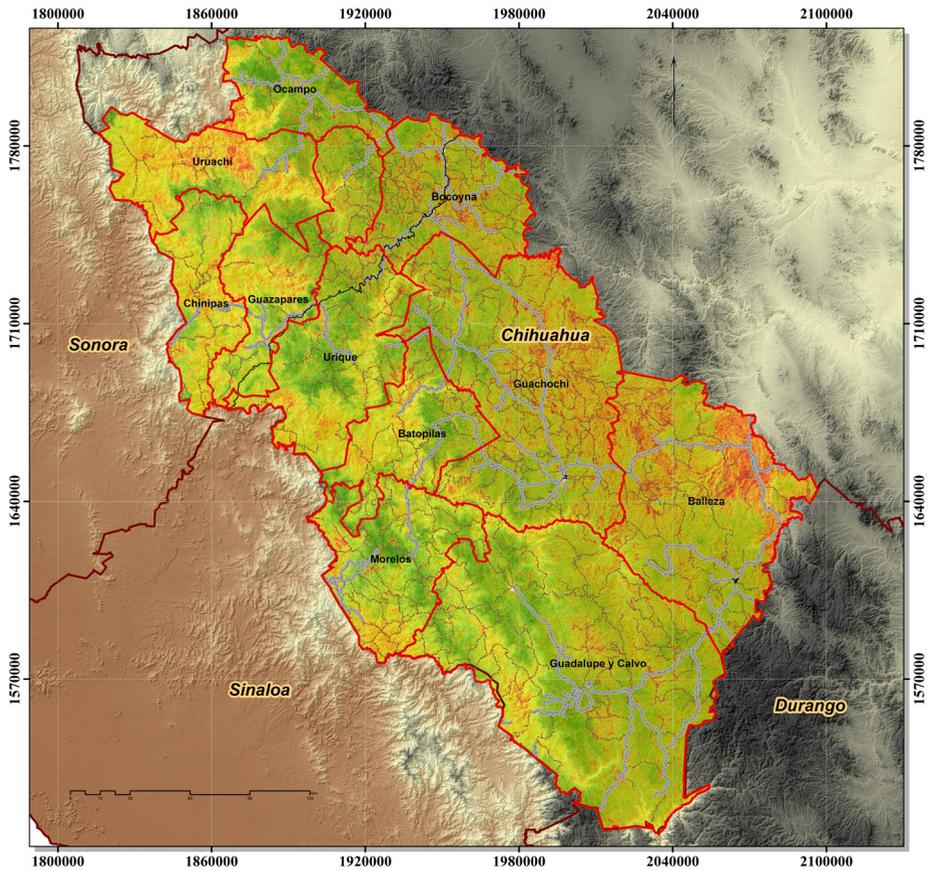
El procedimiento utilizado permitió evaluar el nivel de disturbio que presenta el área de estudio. De acuerdo con el Cuadro 1, existe un 10.9 % de disturbio alto, representando un total de 398,391 ha, mientras que 1,014,000 ha presentaron un disturbio medio, y finalmente 2,253,400 ha se encontraron en un nivel bajo de disturbio. Las Figuras 3 y 4 presentan los niveles de disturbio y la distribución de los mismos hasta el año 2015 en la Sierra Tarahumara.

Cuadro 1. Superficie en hectáreas del nivel de disturbio presente en la Sierra Tarahumara.

TIPO	SUPERFICIE (HA)	%
Disturbio alto	398,391	10.9
Disturbio medio	1,014,000	27.7
Disturbio bajo	2,253,000	61.5

Gráfico 1. Proporción del disturbio por niveles en la región de la Sierra Tarahumara para el año 2015.





SIMBOLOGÍA

Índice de Disturbio

Alto disturbio



Bajo disturbio

Límites

Área de estudio

Límite estatal

Área urbana



Rasgos hidrográficos

Cuerpos de Agua



Altitud del área de estudio

3286 msnm



159 msnm

Vías de comunicación

Calle

Camino

Carretera

Vía férrea sencilla



Referencia cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert

Proyección: cónica Conforme de Lambert

Datum: ITRF 1992

Figura 3. Distribución de las clases de disturbio en el territorio de la Sierra Tarahumara.

LITERATURA CITADA

- Triviño, M., A. Juutinen, A. Mazziotta, K. Miettinen, D. Podkopaev, P. Reunanen y M. Mönkkönen. 2015. Managing a boreal forest landscape for providing timber, storing and sequestering carbon. *Ecosystem Services*.14: 179–189.
- Renda, A. 2006. Papel de los sistemas agroforestales en el escenario agrario de las cuencas hidrográficas de Cuba. *Pastos y Forrajes*. 29: 351-364.
- Goetz, R. U., N. Hritonenko, R. Mur, A. Xabadia y Y. Yatsenko. 2013. Forest management for timber and carbon sequestration in the presence of climate change: the case of *Pinus sylvestris*. *Ecol. Econ.* 88: 86–96.
- Kuemmerle, T., P. Hostert, V. C. Radeloff, K. Perzanowski e I. Kruhlov. 2007. Post-socialist forest disturbance in the Carpathian border region of Poland, Slovakia, and Ukraine. *Ecol. Appl.* 17: 1279–1295.
- Rodríguez, F. de J., M. Pompa-García, C. Hernández-Díaz y A. Juárez-Reyes. 2010. Patrón de distribución espacial de la pérdida, degradación y recuperación vegetal en Durango, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 14: 53-65.
- UMAFOR0805 (Unidad de Manejo Forestal San Juanito A. C.). 2009. Estudio regional forestal. Bocoyna, Chih. México.
- Hilker, T., M. Wulder, N. Coops, J. Linke, G. McDermid, J. Masek, F. Gao y J. C. White. 2009. A new data fusion model for high spatial- and temporal-resolution mapping of forest disturbance based on landsat and MODIS. *Remote Sens. Environ.* 113: 1613–1627.
- Healey, S., W. Cohen, Y. Zhiqiang y O. Krankina. 2005. Comparison of Tasseled Cap-based landsat data structures for use in forest disturbance detection. *Remote Sens. Environ.* 97: 301–310.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Índice de Disturbio

Descripción breve

La degradación del bosque es más compleja de definir y de medir que la deforestación, la degradación del bosque es uno de los problemas más serios que enfrenta un ecosistema, pues se ponen en riesgo los diversos servicios ecosistémicos y de biodiversidad que ofrecen las áreas forestales.

Unidad de medición

El índice es calculado con base en unidades de superficie hectárea, metros cuadrados, kilómetros cuadrados.

Relevancia del Indicador

La detección de disturbios forestales es un elemento importante para las actividades de manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas forestales. Además, es un indicador clave en políticas relacionadas con los ciclos del carbono.

Justificación

De acuerdo a la FAO es necesario que los países en desarrollo dispongan de información sobre la degradación del bosque. La información sobre indicadores de degradación permitirá a las instituciones tomadoras de decisiones establecer programas de recuperación y destinar recursos financieros a políticas de prevención de la degradación, restauración y rehabilitación de los bosques degradados. Esta información permitirá supervisar la evolución de las alteraciones forestales, saber qué lugares están siendo afectados por la degradación, cuáles son las causas y cuál es la gravedad de sus efectos.

Obtención del indicador

Se obtendrá del análisis de imágenes de satélite Landsat de acuerdo a la metodología propuesta por Healey et al., 2005 a través de técnicas basadas en percepción remota. Empleada la transformación Tasseled Cap, la cual reduce la dimensionalidad de los datos a tres dimensiones: brightness, greenness y wetness. El IDF es una combinación lineal de la información generada por el Tasseled Cap (Kauth y Thomas, 1976; Crist y Cicone, 1984).

Para obtener el IDF primero se reescalan los valores para cada banda, utilizando la desviación estándar del valor de la clase forestal como se muestra en la ecuación 1.

$$Br = (B - B\mu) / B\sigma$$

$$Gr = (G - G\mu) / G\sigma$$

$$Wr = (W - W\mu) / W\sigma$$

Donde: Br , Gr , Wr = reescalado Brightness, Greenness y Wetness, $B\mu$, $G\mu$, $W\mu$ = la media espectral forestal Brightness, Greenness y Wetness, $B\sigma$, $G\sigma$, $W\sigma$ = la desviación estándar espectral forestal Brightness, Greenness y Wetness.

El proceso de reescalado normaliza los valores de los píxeles para poder llevar a cabo la siguiente operación algebraica.

$$IDF = Br - (Gr - Wr)$$

Donde: IDF = Índice de Disturbio Forestal, Br , Gr , Wr = reescalado Brightness, Greenness y Wetness.

FUENTE DE INFORMACIÓN

- Imágenes multiespectrales del sensor Landsat Thematic Mapper (TM) y Landsat 8 OLI, adquiridas del Land Cover Facility Program, Earth Science Data Interface, <http://glcfapp.glc.f.umd.edu:8080/esdi/>.
- Crist, E. P., & Cicone, R. C. 1984. A physically-based transformation of Thematic Mapper data-the TM Tasseled Cap. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 22, 256– 263.
- Kauth, R. J., & Thomas, G. S. 1976. The Tasseled Cap – a graphic description of the spectral – temporal development of agricultural crops as seen by Landsat. Proceedings second ann. symp. machine processing of remotely sensed data. West Lafayette' Purdue University Lab. App. Remote Sensing.
- Healey, P. S., Cohen, W.B., Zhiqiang, Y., Krankina, O.N. 2005. Comparison of tasseled Cap-based Landsat data structures for use in forest disturbance detection. Remote Sensing of Environment 97:301–310.

Frecuencia de medición

Anual.

Línea base del indicador

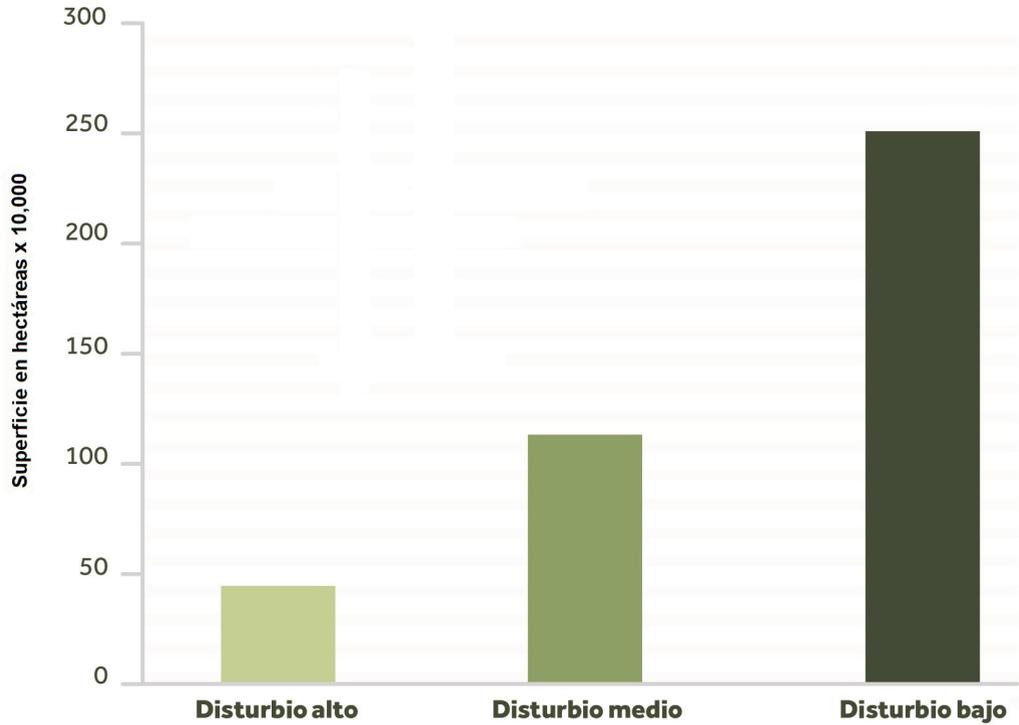
Cuadro 2. Rangos de clasificación para el índice de disturbio 2015.

RANGO	CLASE
-7.66 -0.5	Disturbio bajo
0.50-3.002	Disturbio medio
3.002-14.09	Disturbio alto

Cuadro 3. Superficie en hectáreas de los tipos de disturbio en el 2015.

TIPO	SUPERFICIE (HA)	%
Disturbio alto	398,391	10.9
Disturbio medio	1,014,000	27.7
Disturbio bajo	2,253,000	61.5

Gráfico 2. Proporción del disturbio por niveles en la región de la Sierra Tarahumara para el año 2015.



El índice de disturbio genera una imagen donde presenta por colores el área perturbada o degradada. De esta forma es posible el cálculo de superficies afectadas.

ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN

Los fenómenos que provocan la remoción de la vegetación natural de un ecosistema se conocen como “deforestación”, la cual no se traduce solamente en una disminución del área forestal, tiene también como consecuencia la parcelación de las superficies residuales, es decir, la fragmentación. En un paisaje forestal fragmentado, las áreas forestales forman parches rodeados por una matriz de tierras agrícolas u otras formas de uso de suelo. Dicha causa modifica las condiciones medio ambientales y el funcionamiento de los ecosistemas alterando el régimen hidrológico, el ciclo de los elementos minerales, el microclima, las propiedades de los suelos y el aislamiento de las especies biológicas. La fragmentación de los hábitats en parches separados conduce a la reducción de las poblaciones, de los intercambios de los procesos de inmigración. Todo esto se traduce en la pérdida de la biodiversidad (Mas, 2000).



Figura 1. Diversos son los factores que están provocando una continua fragmentación de los bosques de la Sierra Tarahumara. (Foto derecha: La Jornada publicada 19 junio del 2016 <http://www.fuentesfidedignas.com.mx/portal2015/index.php/nota-principal/160-noticias-en-general/14545-sierrabosque75344>)

La fragmentación es un tema que en la actualidad ha tomado un especial interés en la comunidad científica y por las Organizaciones No Gubernamentales (ONG). En este sentido, existen varios estudios que tratan el tema cuyos resultados han sido reportados por varios especialistas (Chalfoun *et al.*, 2002; Schmiegelow y McKeon *et al.*, 2002; Cushman, 2006). La fragmentación la define Vogelmann (1995) como la segmentación de áreas grandes y contiguas de tipos similares de vegetación nativa, para convertirse en unidades más pequeñas que varían en tamaño, forma y conectividad; y que se encuentran separadas por una matriz de diferentes tipos de vegetación o de uso de suelo (Rescia *et al.*, 1994). Plue y Cousins (2013) la refieren como la transformación del paisaje por una serie de disturbios que intervienen en el arreglo natural del ecosistema. Las evidencias de un mayor deterioro, relacionadas con una tendencia hacia una mayor degradación, conducirán a una división progresiva de las comunidades vegetales, convertidas a pequeños fragmentos que forman crecientes mosaicos o matrices de parches que alteran el paisaje.

De acuerdo a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie V, en el 2011 los bosques (incluyendo los templados y mesófilos de montaña) fueron los ecosistemas forestales más fragmentados del país: 54 % de su superficie remanente (alrededor de 18.5 millones de ha) se dividía en fragmentos menores a 80 km². Al desagregar esta formación vegetal, se observa que el bosque mesófilo de montaña fue el tipo de

vegetación forestal más fragmentado en ese año, alcanzando el 63.1 % de su superficie remanente, es decir, 1.17 millones de hectáreas⁵ (Figura 2).

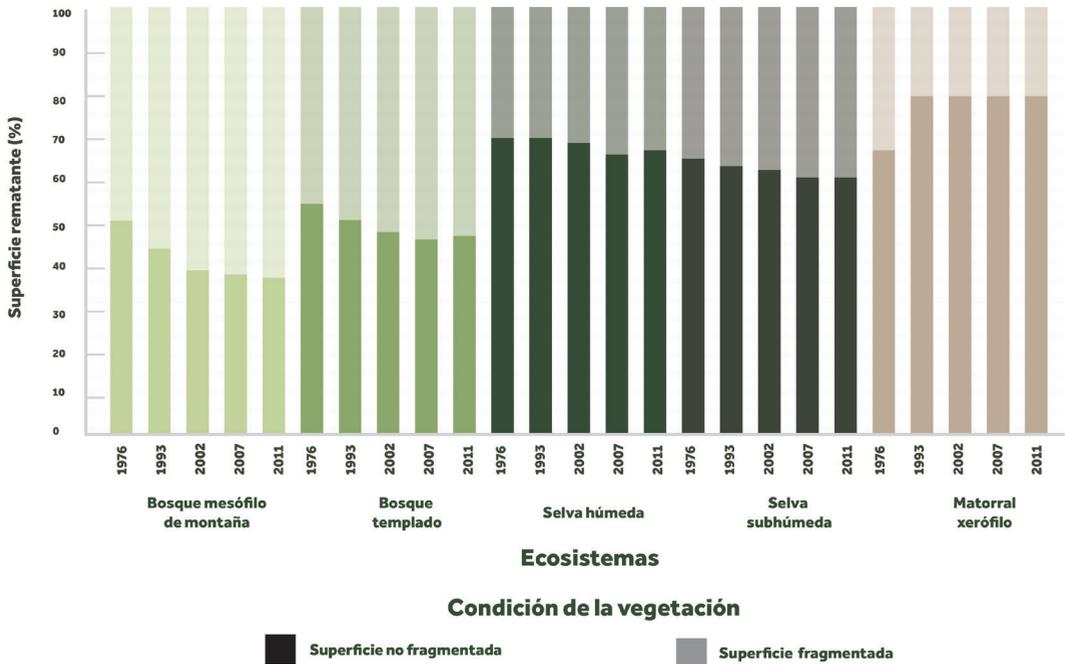


Figura 2. Evaluación de la fragmentación de algunos ecosistemas terrestres en México, entre 1976–2011. (<http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/tema/cap2.html>).

Con relación a las selvas (32 % húmedas y 40 % subhúmedas) cerca de 11.8 millones de hectáreas presentan fragmentos menores de 80 km² (Figura 2.14). Por su parte, los matorrales mostraron el menor grado de fragmentación, alrededor del 80 % de su superficie (39 millones de ha) no mostraba señales de esta condición.

La fragmentación de los ecosistemas afecta a toda la vegetación natural (primaria y secundaria). Superficies extensas de vegetación primaria del país persisten en forma de fragmentos. Esta condición las hace susceptibles a la degradación, aun sin la intervención humana, en comparación a las superficies conservadas con mayor extensión. En el año 2011, la fragmentación de la vegetación primaria fue significativa para algunos ecosistemas, por ejemplo, el 29 % de los bosques mesófilos primarios y 34 % de los bosques templados primarios se clasificarían como fragmentados (Figura 2.15). Porcentajes menores se observan en las selvas húmedas y subhúmedas (11 y 15 % de su superficie primaria, respectivamente) y los matorrales (20 %).

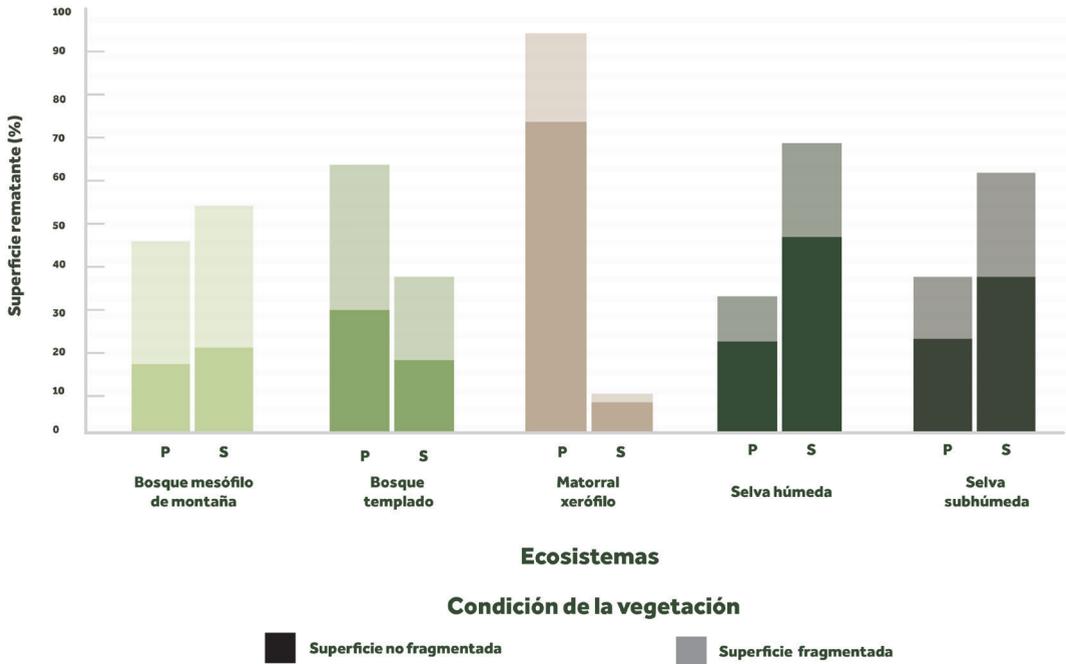


Figura 3. Grado de fragmentación y condición de la vegetación de algunos ecosistemas terrestres en México. (<http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/tema/cap2.html>).

EL ÍNDICE DE FRAGMENTACIÓN COMO INDICADOR

De acuerdo con el análisis de la fragmentación de los ecosistemas naturales en México, este indicador se convierte en un elemento muy importante para ser considerado dentro del manejo forestal, pues la información que proporciona puede ayudar a mejorar sustancialmente las prácticas de manejo. Para su obtención es necesario el análisis de las cartas de uso de suelo, éstas pueden ser las oficiales proporcionadas por el INEGI o bien generadas por técnicas de clasificación supervisada con datos de sensores remotos como los generados por el proyecto Tarahumara Sustentable. Dichos métodos se describen a continuación.

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

La evaluación de los procesos de fragmentación utilizó métricas del paisaje como métodos cuantitativos de ecología del paisaje. Las métricas del paisaje son el resultado de los procesos de las clases de cobertura realizadas con el módulo de Patch Analyst de ArcGIS y Fragstats (McGarigal y Marks, 2005). Se determinaron índices de diversidad y algunas métricas del paisaje de acuerdo a las siguientes fórmulas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los indicadores de fragmentación

FÓRMULA	DESCRIPCIÓN
$DA_i = \frac{\sum_{f=1}^n a_{ij}}{A} \text{ (unit: ha)}$	<p>CA_i = área de la clase i. a_{ij} = es el área en m² para el parche j para el tipo de vegetación. A = área total del paisaje.</p>
$NumP = \sum^n P_i \text{ (unit: none)}$	<p>$NumP$ = número de parches. P_i = parche de tipo i.</p>
$MPS = \frac{\sum_{i=1}^n [a_i]}{m} \text{ (unit: none)}$	<p>MPS = tamaño medio del parche. a_i = tamaño del parche. m = es el número total de los parches en el paisaje.</p>
$AWMSI = \sum_{j=1}^n \left[\frac{P_{ji}}{\min P_{ji}} * \left(\frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \right) \right] \text{ (unit: none)}$	<p>$AWMSI$ = media del índice de forma del área ponderada. P_{ji} = perímetro de los parches ij. $\min P_{ji}$ = perímetro mínimo para el parche ij. a_{ij} = área en m² para el parche j en el ísimo uso de suelo.</p>
$ED = \frac{TE}{TLA} \text{ (unit: m/ha)}$	<p>ED = densidad del bordo. TE = borde total, que se define como la longitud de bordo que existe en la interfaz entre dos clases. TLA = superficie total del paisaje.</p>

El **Cuadro 2** presenta los resultados de las métricas del paisaje en la Sierra Tarahumara. El número de parches (Nump) fue el principal indicador de tendencia que mostró la heterogeneidad del paisaje en relación al uso de suelo. La Sierra Tarahumara experimenta un proceso de fragmentación asociado al número de parches. Los bosques de pino-encino y encino-pino presentaron el mayor número de parches (128,402) lo cual denotó una tendencia hacia los procesos de fragmentación. La vegetación secundaria arbustiva de pino (29,306), el pastizal natural (21,669), el bosque de encino (18,390) y la selva baja caducifolia (17,894) precedieron la tendencia hacia el proceso de fragmentación.

El tamaño medio del parche (MPS) proporcionó el nivel del grado de fragmentación basado en la descripción del cambio en el paisaje de acuerdo con McGarigal y Marks (1995). El uso de suelo de bosque de pino-encino (encino-pino) es el más representativo en el MPS dado su valor (9) y lo numeroso de los parches. El mismo comportamiento presentaron la vegetación secundaria arbustiva de pino, el pastizal natural, el bosque de encino y la selva baja caducifolia. Por otro lado, el índice de dimensión fractal (IDF) se utilizó para evaluar la magnitud de la fragmentación, de manera que describió qué tan heterogéneo u homogéneo es el paisaje. En general, los valores de 0 a 1.3 de IDF se distribuyen por toda la Sierra Tarahumara y representan áreas de bosque de pino, pino-encino con fragmentación de ligera a moderada.

Cuadro 2. Valores de métricas que determinan la condición del paisaje en la región de la Sierra Tarahumara.

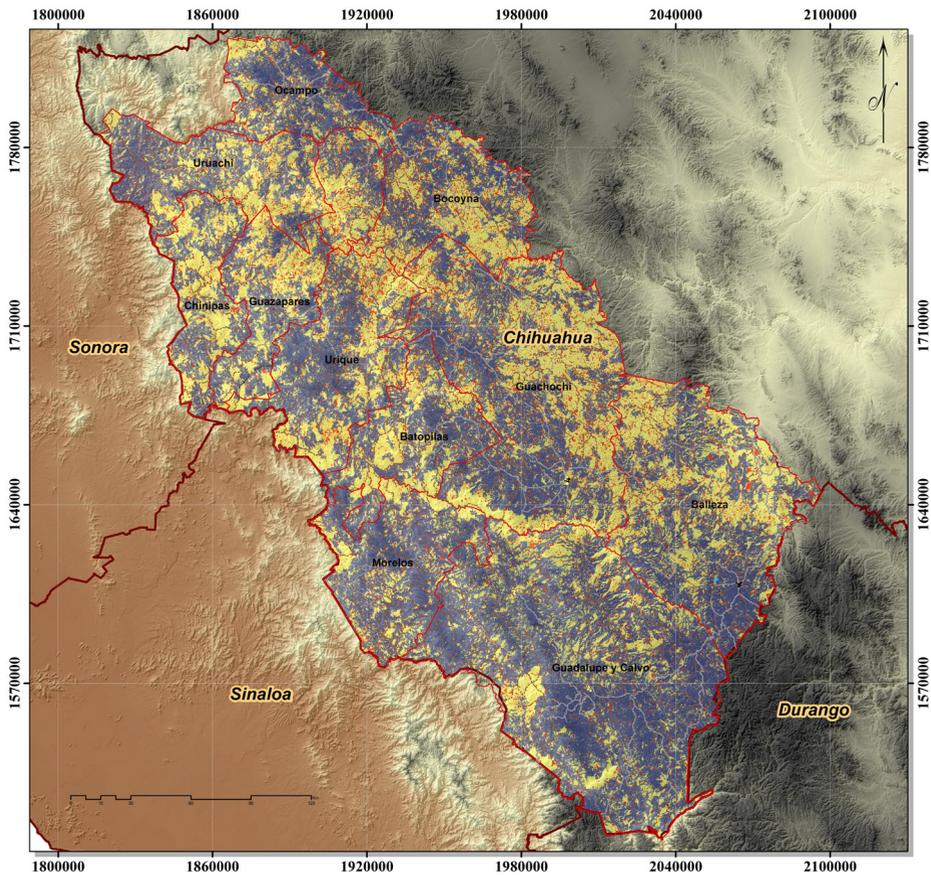
TIPO DE VEGETACIÓN	AWMSI	ED	MPE	MPS	NumP	MedPS	PSCoV	PSSD	CA
Bosque de pino-encino (encino-pino)	5.288	47.56	1528.256	9.000	128402.0	2.733	1479.9	133.193	1155635.
Selva baja caducifolia	11.776	16.17	3729.073	40.474	17894.0	3.069	1486.6	601.689	724237.1
Vegetación secundaria arbustiva pino	2.967	8.284	1166.209	5.542	29306.0	2.454	674.43	37.374	162400.9
Pastizal natural	2.937	5.719	1088.826	5.420	21669.0	2.453	1010.3	54.764	117449.3
Cuerpos de agua	8.238	0.147	9162.669	43.096	66.0	11.548	205.09	88.387	2844.305
Bosque de encino	7.605	10.82	2428.080	18.548	18390.0	2.989	1107.6	205.442	341103.8
Asentamientos humanos	3.031	0.207	4087.128	42.413	209.0	7.189	220.37	93.469	8864.399
Agricultura de temporal	3.726	5.571	2098.143	15.841	10954.0	3.512	493.85	78.233	173525.3
Bosque de pino	79.310	18.94	29986.007	541.287	2607.0	3.013	2670.6	14455.9	1411136.
Bosque bajo-abierto	3.753	0.795	3433.564	27.975	955.0	5.165	298.78	83.586	26716.28
Agricultura de riego	1.777	0.067	1117.114	6.020	234.0	3.028	155.71	9.374	1408.657
Bosque de picea	2.193	0.012	2600.671	16.823	19.0	13.349	87.675	14.750	319.646

AWMSI= Media del índice de forma del área ponderada, **ED**= Densidad del borde, **MPE**= Media del borde del parche, **MPS**= Media del tamaño del parche, **NumP**= Número de parches, **MedPS**= Mediana del tamaño del parche, **PSCoV**= Coeficiente de varianza del tamaño del parche, **PSSD**= Desviación estándar del tamaño del parche, **CA**= Área del parche.

Los valores de 1.3 a 1.4 se asocian a vegetación de transición (asociación pastizal-encino, bosques de encino), vegetación secundaria en bosques de pino y selva baja caducifolia con mayor grado de complejidad en su estructura que explica una fragmentación moderada. Los IDF más altos se presentan en áreas donde predominan los pastizales naturales e inducidos, agricultura de temporal, áreas de agricultura de riego, áreas perturbadas por extracción de madera, minerales y asentamientos humanos. Estas áreas representan los niveles más complejos de degradación de los suelos, en los cuales es importante explicar la estabilidad en la interacción entre las especies. Esto debido a que la subdivisión influenciada por el número de parches tiene efectos en la propagación y disturbios de las especies en un ecosistema. Los resultados de este análisis se presentan en la el **Cuadro 3** y **Figura 4**.

Cuadro 3. Descripción de las clases de índice de dimensión fractal.

FD	DESCRIPCIÓN
0.0 - 1.3	Las áreas que se localizan bajo estos valores de dimensión fractal están distribuidas por toda la región de estudio. Se encuentran en las zonas de bosque templado, compuestos por bosques de pino y bosques de encino. Estas comunidades forman masas más homogéneas y ligeramente fragmentadas.
1.3 - 1.4	Este rango está definido por tipos de vegetación de transición (asociación pastizal-encino, bosques de encino), vegetación secundaria en bosques de pino, selva baja caducifolia influenciada por condiciones ambientales y la orografía muy accidentada.
1.4 - 2.0	Las áreas con mayor índice FD, y las que conforman paisajes más heterogéneos en la región, son los usos de suelos compuestos por pastizales naturales e inducidos, agricultura de temporal, áreas de agricultura de riego, áreas perturbadas por extracción de madera, minerales y asentamientos humanos.



SIMBOLOGÍA

Programa de manejo 2015

- Áreas con alto índice de fragmentación █
- Áreas con bajo índice de fragmentación █
- Áreas con medio índice de fragmentación █

Límites

- Área de estudio
- Límite estatal
- Área urbana

Rasgos hidrográficos

- Cuerpos de agua

Altitud del área de estudio

- 3286 msnm
- 159 msnm

Vías de comunicación

- Calle
- Camino
- Carretera
- Vía férrea sencilla

Referencia cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Conica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 4. Mapa de fragmentación de la Sierra Tarahumara, a través del Índice de la Dimensión Fractal.

LITERATURA CITADA

- Chalfoun, A. D., F. R. Thompson y M. J. Ratnaswamy. 2002. Nest predators and fragmentation: a review and meta-analysis. *Conserv. Biol.* 16: 306–318.
- Cushman, S. A. 2006. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. *Biol. Conserv.* 128:231–240.
- Schmiegelow, F. K. A. y M. Monkkonen. 2002. Habitat loss and fragmentation in dynamic landscapes: Avian perspectives from the boreal forest. *Ecol. App.* 12:375–389.
- Mas, J. F y C. J. Sandoval. 2000. Análisis de la fragmentación del paisaje en el área protegida “Los Petenes”, Campeche, México. *Investigaciones geográficas. UNAM.* 43:42-59.
- McKeon, G. M, G. S. Stone, J. I. Syktus, J. O. Carter, N. R. Flood, D. G. Ahrens, D. N. Bruget, C. R. Chilcott, D. H. Cobon, R. A. Cowley, S. J. Crimp, G. W. Fraser, S. M. Howden, P. W. Johnston, J. G. Ryan, C. J. Stokes y K. A. Day. 2009. Climate change impacts on Australia’s rangeland livestock carrying capacity: A review of challenges. Report for Land & Water Australia Senior Research Fellowship (QNR46). 69.
- Vogelmann, J. E. 1995. Assessment of forest fragmentation in southern New England using remote sensing and geographic information system technology. *Cons. Biol* 9:439-449.
- McGarigal, K., y B. J. Marks. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. U.S. For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351.
- Rescia, A. J., M. F. Schmitz, P. Martín de Agar, C. L. De Pablo, J. A. Atauri y F. D. Pineda. 1994. Influence of landscape complexity and land management on woody plant diversity in northern Spain. *J. Veg. Sci.* 5: 505-516.
- Plue, J. y S. Cousins. 2013. Temporal dispersal in fragmented landscapes. *Biol. Conserv.* 160, 250-262.
- McGarigal K. y S. A. Cushman. 2005. The gradient concept of landscape structure. En: Wiens, J. y M. Moss M (comp.) *Issues and perspectives.*

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Análisis de fragmentación

Descripción breve

División o parcelación de los ecosistemas naturales en diversos fragmentos o parches que representan los usos de suelo de un ecosistema natural.

Unidad de medición

Se determina a través del área de la clase, número de parches, tamaño medio del parche, coeficiente de variación del tamaño del parche, índice de diversidad de Simpson e índice de diversidad de Shannon.

Justificación

La presión de las actividades humanas por la demanda de productos y satisfactores sobre las comunidades naturales está provocando un continuo proceso de fragmentación sobre el hábitat de diferentes especies de flora y fauna, lo que se ha traducido en una continua pérdida de biodiversidad. La fragmentación de las comunidades naturales presenta una forma de conocer los diversos factores que intervienen en la salud del ecosistema. Estos procesos pueden ser causa de factores humanos y naturales.

Metodología para la obtención del indicador

Presentación de las áreas fragmentadas a nivel del proyecto Sierra Tarahumara, en forma de gráficos, mapas y cuadros. Se genera a partir del uso de suelo, donde se evalúan una serie de métricas del paisaje empleando herramientas de análisis como Fragstat y/o Patch Analyst de ArcGis.

Fuente de información

Pinedo, C.; Pinedo, A.; Quintana, A.; Martínez, M. 2007. Análisis de áreas deforestadas en la región centro-norte de la Sierra Madre Occidental, Chihuahua, México. *Tecnociencia*, 1(1), 36-43.

Frecuencia de medición

Cada 3 años.

Línea base del indicador

Cuadro 4. Valores de métricas que determinan la condición del paisaje en la región de la Sierra Tarahumara.

TIPO DE VEGETACIÓN	AWMSI	ED	MPE	MPS	NumP	MedPS	PSCoV	PSSD	CA
Bosque de pino-encino (encino-pino)	5.288	47.56	1528.256	9.000	128402.0	2.733	1479.9	133.193	1155635
Selva baja caducifolia	11.776	16.17	3729.073	40.474	17894.0	3.069	1486.6	601.689	724237.0
Vegetación secundaria arbustiva pino	2.967	8.284	1166.209	5.542	29306.0	2.454	674.43	37.374	162400.5
Pastizal natural	2.937	5.719	1088.826	5.420	21669.0	2.453	1010.3	54.764	117449.3
Cuerpos de agua	8.238	0.147	9162.669	43.096	66.0	11.548	205.09	88.387	2844.301
Bosque de encino	7.605	10.82	2428.080	18.548	18390.0	2.989	1107.6	205.442	341103.1
Asentamientos humanos	3.031	0.207	4087.128	42.413	209.0	7.189	220.37	93.469	8864.395
Agricultura de temporal	3.726	5.571	2098.143	15.841	10954.0	3.512	493.85	78.233	173525.3
Bosque de pino	79.310	18.94	29986.007	541.287	2607.0	3.013	2670.6	14455.9	1411136
Bosque bajo-abierto	3.753	0.795	3433.564	27.975	955.0	5.165	298.78	83.586	26716.21
Agricultura de riego	1.777	0.067	1117.114	6.020	234.0	3.028	155.71	9.374	1408.651
Bosque de picea	2.193	0.012	2600.671	16.823	19.0	13.349	87.675	14.750	319.646

Descripción de las variables por sus siglas en inglés: AWMSI = Índice de forma promedio ponderado, ED = Densidad de borde, MPE = Media del borde del parche, MPS = Tamaño medio de parche, NumP = Número de parches, PSCoV = Coeficiente de variación de tamaño de parches, PSSD = Desviación estándar del tamaño de parches, CA = Área total del tipo de vegetación.

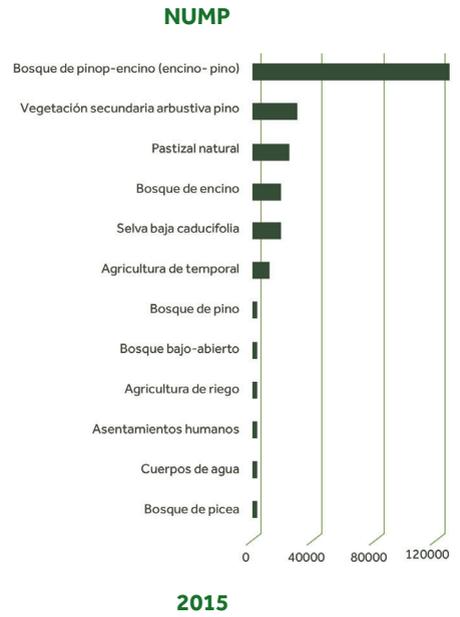
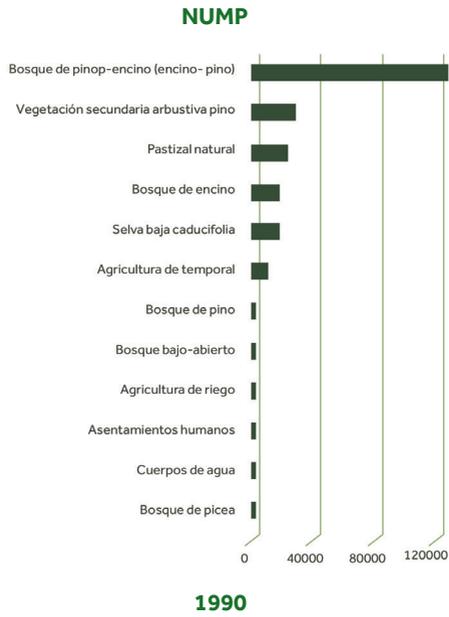


Figura 5. Contabilización del número de parches (Nump), para los años 1990 y 2015.

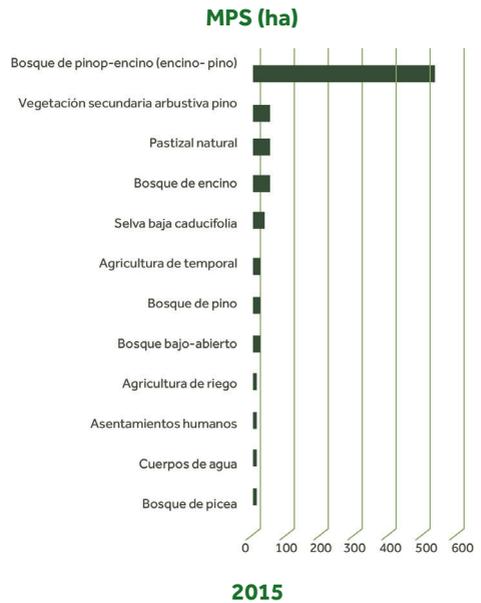


Figura 6. Proporción del Tamaño Medio del Parche (MPS), para el periodo de evaluación 1990 y 2015.

EROSIÓN DEL SUELO

En la actualidad, una gran superficie del planeta con suelos fértiles se encuentra bajo algún nivel de erosión. La planificación para la conservación de los suelos se ha convertido en una pieza clave para su conservación. El monitoreo de la degradación requiere de estimaciones a nivel cuenca o escala regional. La vegetación es uno de los factores más importantes en la prevención de la erosión (Elwell y Stocking, 1976), protege al suelo de la acción de la lluvia, reduce la velocidad de los escurrimientos, mantiene la rugosidad y propicia el intercambio de propiedades químicas y físicas del suelo (Baver, 1956).



Figura 1. Procesos de deforestación en áreas de bosques templados que son impulsores de los procesos de erosión del suelo en la Sierra Tarahumara.

Las causas de la degradación de los suelos en México involucran actividades de diversa índole: 35 % de la superficie degradada se asocia a las actividades agrícolas y pecuarias (17.5 % cada una de ellas) y 7.4 % a la pérdida de la cubierta vegetal. El resto se divide entre urbanización, sobreexplotación de la vegetación y actividades industriales (SEMARNAT). Los bosques templados como ecosistemas naturales son los más afectados por el proceso de erosión hídrica, con un 21.5 % de la superficie.



Figura 2. Proceso de erosión del suelo por factores hídricos en la Sierra Tarahumara.

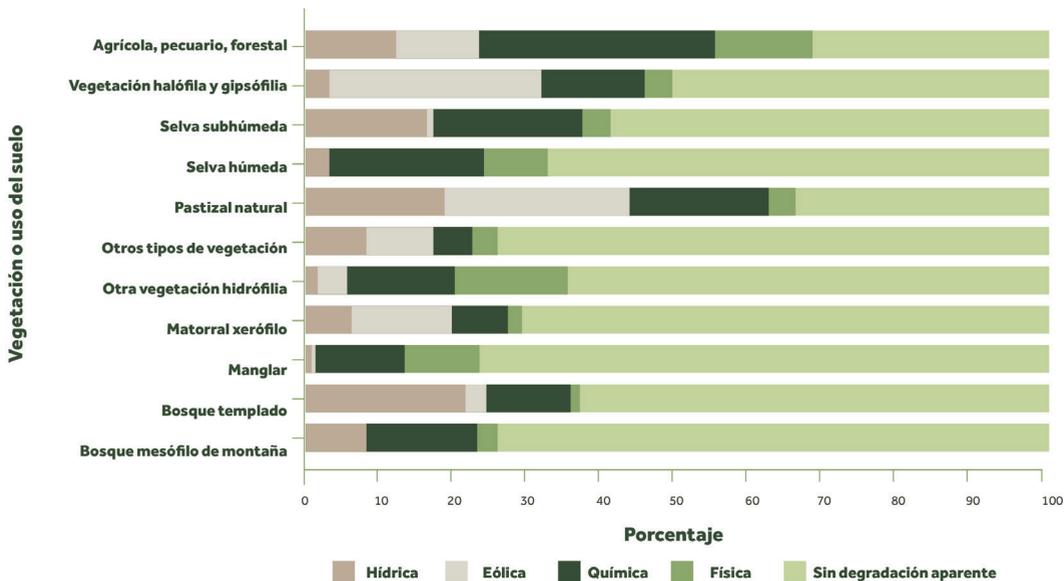


Figura 3. Procesos de degradación del suelo en diferentes usos de suelo y vegetación en México. (http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/03_suelos/3_2.html).

MODELO SWAT (SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOLS)

El modelo SWAT es un programa de modelación hidrológica desarrollado por el ARS (U. S. Department of Agriculture - Agricultural Research Service) para simular la respuesta hidrológica de los planes de manejo propuestos en cuencas rurales. Este modelo matemático, en continuo proceso de desarrollo, fue elaborado para evaluar el flujo de cauces, el almacenamiento de cuerpos de agua y el impacto de las diferentes prácticas de manejo (vegetativas, mecánicas y agronómicas) en la producción de biomasa, escurrimientos y sedimentos en cuencas complejas, es decir, con diferentes coberturas vegetales, tipos de suelos y bajo diversas estrategias de manejo a corto, mediano y largo plazo.

El SWAT, una vez calibrado, permite a los usuarios y encargados del manejo de los recursos naturales lo siguiente:

- Obtener respuestas cuantitativas de los fenómenos hidrológicos.
- Obtener relaciones de causa-efecto, sin realizar cambios en los sistemas reales.
- Simular escenarios y predecir su impacto a corto, mediano y largo plazo.
- Tener una idea del comportamiento del fenómeno cuando no se cuenta con información a nivel de microcuenca.
- Identificar la influencia de las variables hidrológicas y parámetros que más impactan los resultados.
- Entender metodologías de predicción de procesos hidrológicos.

- Ser un instrumento para la capacitación de los responsables de los programas de manejo de recursos naturales en la cuenca.

El modelo determina con precisión los componentes del ciclo hidrológico a nivel anual, mensual y diario, pero sobre todo integra las relaciones causa-efecto de las variables hidrológicas de una cuenca. Para la simulación en SWAT se realiza una división de la cuenca, por subcuencas y Unidades de Respuesta Hidrológica (URH), tomando en consideración un área mínima, lo cual permite identificar diferencias hidrológicas para las principales asociaciones suelo-vegetación.

UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA (URH)

En el modelo SWAT, la cuenca se divide en subcuencas múltiples que se fraccionan en Unidades de Respuesta Hidrológica (URH). Estas unidades, dentro del espacio de simulación de SWAT, consisten en áreas homogéneas de cobertura vegetal, tipo de suelo y pendiente del terreno.

El submodelo hidrológico de SWAT está basado en la ecuación general de balance hídrico:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{t=1}^t (R_i - Q_i - ET_i - w_i - q_i)$$

Donde: SW_0 = Contenido inicial de agua en el suelo, en el día i (mm), t = Tiempo (días), R_i = Precipitación, en el día i (mm), Q_i = Escurrimiento superficial, en el día i (mm), ET_i = Evapotranspiración, en el día i (mm), w_i = Percolación, en el día i (mm), q_i = Flujo lateral, en el día i .

EROSIÓN

La producción de sedimentos se estima a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Modificada (MUSLE, por sus siglas en inglés) que es un submodelo de movimiento de sedimentos a lo largo de la red de drenaje de la cuenca, según la siguiente ecuación:

$$Y = 11.8(Q \cdot q_p)^{0.56} (K) (CE) (PE) (LS) (ROKF)$$

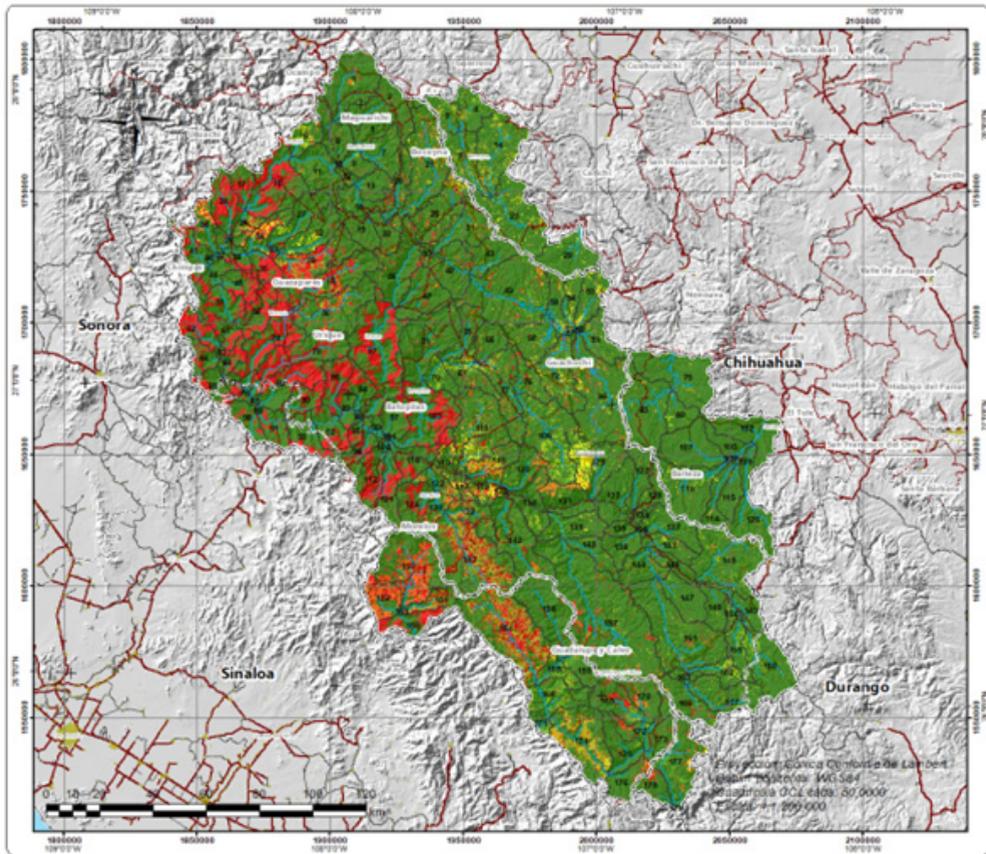
Donde: Y = Producción de sedimentos (t ha⁻¹), K = Factor de erosionabilidad del suelo, CE = Factor de cobertura vegetal, PE = Factor de prácticas de control mecánico, LS = Factor longitud y grado de la pendiente, $ROKF$ = Factor de pedregosidad, Q = Volumen de escurrimiento (m³), q_p = escurrimiento máximo (m³s⁻¹).



Figura 4. Esquema de entradas, procesos y salidas del modelo SWAT.

PRINCIPALES RESULTADOS PARA LA SIERRA TARAHUMARA (CUENCAS DEL RÍO FUERTE Y MAYO)

En la Figura 4 se muestra el mapa de pérdida de suelo para las coberturas y usos de suelo del área de la cuenca del río Fuerte. Con base en las condiciones fisiográficas, geoedafológicas, uso de suelo y vegetación y de clima, se obtuvo que el 81.3 % del área (2'848,316.1 ha) presenta una pérdida de suelo menor a 3 t/ha/año, y el 12.19 % de la superficie estudiada (427,133.4 ha) supera las 12 t/ha/año, en promedio se pierden 10.7 t/ha/año. Según la simulación, las mayores pérdidas de suelo ocurren en maíz grano (27.0 t/ha/año), matorral (13.3 t/ha/año) y pastizal (12.9 t/ha/año).

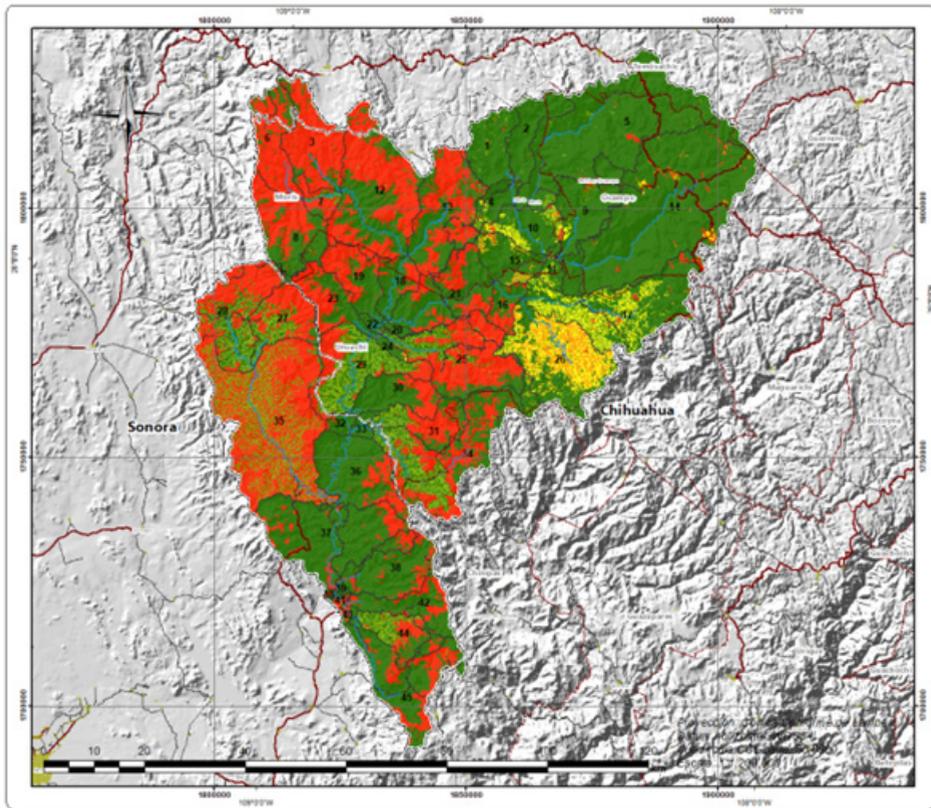


Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Pérdida de suelo
 Río Fuerte 1 cm = 12 km

Figura 5. Mapa de pérdida de suelo cuenca alta del río Fuerte (estación Huites).

Por otra parte, la cuenca del Mayo (Figura x), el 69.16 % del área (527,783.11 ha) existe una pérdida de suelo de menos de 12 t/ha/año, y de más de 12 t/ha/año en el 30.84 % de la superficie estudiada (235,380.79 ha). Según la simulación, los usos de suelo y vegetación que presentan mayores pérdidas de suelo son el maíz (64.7 t/ha/año), el bosque de encino (58.4 t/ha/año), matorral (46.8 t/ha/año) y el pastizal (38.2 t/ha/año). En este sentido, se pierde en promedio 24.6 t/ha/año.



Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Pérdida de suelo
 Río Mayo 1 cm = 6 km

Figura 6. Mapa de pérdida de suelo cuenca alta del río Mayo (estación San Bernardo).

CONCLUSIONES

La pérdida de suelo en la cuenca del río Fuerte es de menos de 12 t/ha en más del 87.8 % de su superficie, aunque en 12.2 % (427,133.4 ha) existe un problema de pérdida de suelo que requiere medidas de conservación, concentrada principalmente en zonas de cultivo de maíz grano (27.0 t/ha) y matorral (13.3 t/ha). En la cuenca del río Mayo la pérdida de suelo presente en el 69.2 % de su superficie es menor de 12 t/ha, sin embargo, en el 30.8 % (235,380.8) de su superficie presenta problemas de erosión, principalmente en las áreas de donde se produce maíz (64.7 t/ha), bosque de encino (58.4 t/ha) y matorral (46.8 t/ha), debido las características de baja cobertura vegetal, alta pendiente e intensidad de la lluvia, localizada al este, en la parte media y baja de la cuenca. Para las dos cuencas, el promedio de coeficiente de escurrimiento es en promedio de 0.27 mm/mm (río Fuerte) y 0.21 mm/mm (río Mayo), cercano a 0.15 mm/mm, que en promedio daría al usar la NOM-011 (DF, 2015). La producción de agua en la cuenca del Fuerte es mayor en la selva baja caducifolia y el bosque de encino, mientras que en la cuenca del Mayo es en el matorral y bosque de encino.

PARTICIPANTES

Dr. Demetrio S. Fernández Reynoso.

Dr. Mario R. Martínez Menez.

MC. Erasmo Rubio Granados.

Ing. Carlos Palacios Espinosa.

MC. Isabel Villa Montes.

Ing. Cristian Ramos Mendoza.

Ing. Claudia Fernández González.

LITERATURA CONSULTADA

- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2012. Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012, Procedimiento para la determinación el Caudal ecológico en cuencas hidrológicas. CONAGUA 2012.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2015. Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA. 2015.
- Especificaciones y método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. SEMARNAT, 2015.
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2017. Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS). Jiutepec, Morelos, México. Sitio Web: <https://www.imta.gob.mx/>. (Consultado en marzo de 2017).
- INEGI. 2006. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico (continuo nacional), serie II, escala 1: 250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <http://www.inegi.org.mx>. (Consulta: enero, 2016).
- Elwell, H.A., Stocking, M.A., 1976. Vegetal cover to estimate soil erosion hazard in Rhodesia. Geoder

LITERATURA CITADA

- Elwell, H.A., Stocking, M.A., 1976. Vegetal cover to estimate soil erosion hazard in Rhodesia. *Geoderma* 15 (1), 61–70.
- Baver, L.D., 1956. *Soil Physics*, third ed. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning*. US Department of Agriculture, Agricultural Handbook Number, vol. 537. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., Yoder, D.C., 1997. *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. US Department of Agriculture, Agricultural Handbook Number, vol. 703. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Folly, A., Bronsveld, M.C., Clavaux, M., 1996. A knowledge-based approach for C-factor mapping in Spain using Landsat TM and GIS. *International Journal of Remote Sensing* 17 (12), 2401–2415.
- Juergens, C., Fander, M., 1993. Soil erosion assessment by means of Landsat-TM and ancillary digital data in relation to water quality. *Soil Technology* 6 (3), 215–223.
- Morgan, R.P.C., 1995. *Soil Erosion and Conservation*, second ed. Longman Group Limited, Essex, UK.

Calidad del agua

Los índices pueden generarse utilizando ciertos elementos básicos en función de los usos del agua, el "ICA", define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener. Estos Índices son llamados de "Usos Específicos". El Índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del "WQI" que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA).

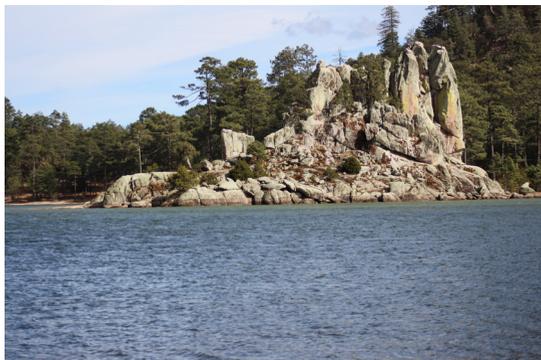


Figura 1. Laguna la Juanota ubicada en el municipio de Balleza, cuerpo de agua destinada a la provisión y mejoramiento de los servicios ambientales.

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de comparar lo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no (SNET, www.snet.gob.sv).



Figura 2. Lago de Arareco, ubicado en el municipio de Bocoyna, cuerpo de agua destinada a la provisión y mejoramiento de los servicios ambientales

Cantidad y Calidad del Agua en la Sierra Tarahumara

En ríos de los municipios de Ocampo, Bocoyna, Balleza, Urique y Guachochi se realizaron muestreos de calidad y cantidad de agua (Figura 3). La georreferenciación de cada punto de muestreo fue realizada usando un sistema de geoposicionamiento global GPS (Garmin, Modelo GPSmap 62s). Los parámetros medidos in situ para determinar calidad de agua fueron: temperatura (T), sólidos disueltos totales (SDT), conductividad eléctrica (CE), turbidez (Tb) y pH, usando un equipo multiparamétrico (Hanna, Modelo HI-98130).

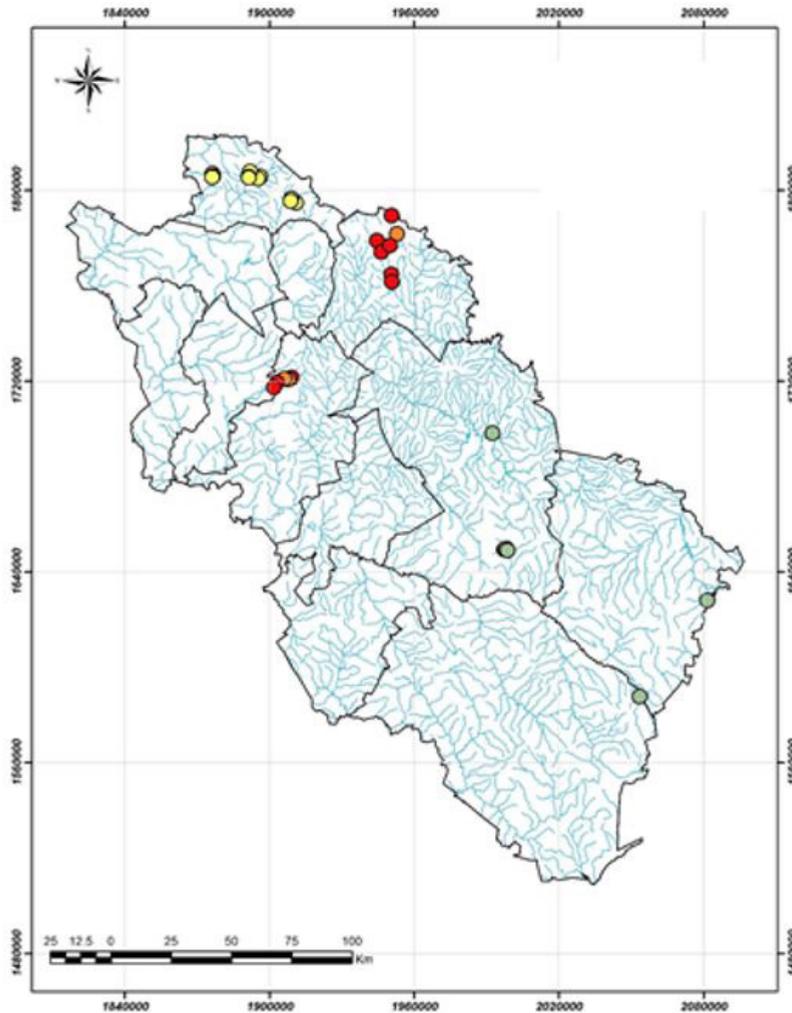


Figura 3. Áreas y sitios de muestreo para colecta de datos que sustentan el indicador Índice de Calidad del Agua (ICA)

Obtención del ICA

Cada muestra fue colectada en recipientes de polietileno de 1 L de capacidad como lo indica la norma NOM-001-ECOL-1996 y llevada al laboratorio para posteriores análisis químicos. La velocidad del agua también fue medida en varios puntos sobre la misma línea transversal con un molinete (MFP51, Stream flowmeter, GEOPACKS, Hatherleigh, UK). En cada punto se midió la profundidad varios puntos en una línea imaginaria transversal del río o arroyo en cuestión, así como su ancho.

En el laboratorio, a las muestras de agua se les determinó: nitratos (NO₃), nitritos (NO₂), fosfatos (como PO₄-), Cloro (como cloruros), calcio (Ca⁺), sulfatos (SO₄-2), demanda química de oxígeno, oxígeno disuelto y la demanda bioquímica de oxígeno. Este análisis se realizó bajo procedimientos del equipo multiparamétrico HACH DR 2800. Para el cálculo del ICA se utilizó el método desarrollado por Brown et al. (1972), mediante la siguiente fórmula matemática.

$$ICA = \frac{\sum_{i=1}^n Qi * Wi}{\sum_{i=1}^n Wi}$$

donde: Qi es el subíndice de calidad para el parámetro i, Wi es el peso de la unidad del parámetro i y n es el número total de parámetros medidos en la muestra. Sin embargo, para el presente estudio, el ICA fue determinado usando un promedio armónico cuadrado no ponderado (índice de calidad de agua de Oregon, USA), ya que este promedio es más sensible a los cambios en las variables individuales. La ecuación para la determinación de a través de éste podemos obtener:

$$ICAO = \sqrt{\frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{Qi^2}}}$$

donde: Qi es el subíndice de calidad para el parámetro i, n número de parámetros i y n es el número total de parámetros medidos en la muestra. Cada subíndice de calidad (Q) fue tomado de las curvas promedio para cada parámetro (Cude, 2001).

El ICA es utilizado para detectar el nivel de contaminación que se presenta en el agua, el cual se encuentra entre 0 (muy mala calidad) y 100 (excelente calidad). Si el valor de ICA tiende a un extremo, se puede considerar el nivel de contaminación. La clasificación y descripción del índice de calidad de agua se utilizan escalas propuestas por diferentes autores (Cuadro 4).

Cuadro 1. Escala de ICA propuesto por dos fuentes (ICA, ICAO)

ICA (Brown et al., 1972)	Calidad	ICAO (Oregon, USA)	Calidad
91-100	excelente	90-100	excelente
71-90	buena	85-89	buena
51-70	media	80-84	media
26-50	pobre	60-79	pobre
0-25	muy pobre	<60	muy pobre

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Cantidad y Calidad del Agua

Descripción breve

Es una herramienta que permite asignar un valor de calidad al agua a partir del análisis de diferentes parámetros. Es utilizado para detectar el nivel de contaminación por la influencia de parámetros físicos, químicos y biológicos.

Unidad de medición

El ICA, escala entre 0 (muy mala calidad) y 100 (excelente calidad).

Justificación

La calidad del agua depende del uso que se le pretende dar, así que resulta complicado definir una forma única de medir su calidad (SEMARNAT, 2014). La calidad del agua depende de los materiales y sustancias que lleva disueltos o en suspensión, y los organismos que ahí se encuentran. Ejemplo: potencial de hidrógeno (pH), temperatura (T), oxígeno disuelto (OD), cantidad de partículas suspendidas (SST, turbidez), cantidad y tipo de sales disueltas (SDT, CE), presencia y concentración de compuestos tóxicos y bacterias (DQO, DBO, Coliformes fecales, aniones, cationes, elementos traza).

Relevancia del indicador

La problemática de la disponibilidad de agua empeora si consideramos que mucha de la que se podría utilizar no tiene las características necesarias, o bien, está contaminada.

Frecuencia de medición

Cada 2 años.

Último año de medición

2015 - 2016 de acuerdo con investigaciones propias del proyecto Tarahumara Sustentable-UACH.

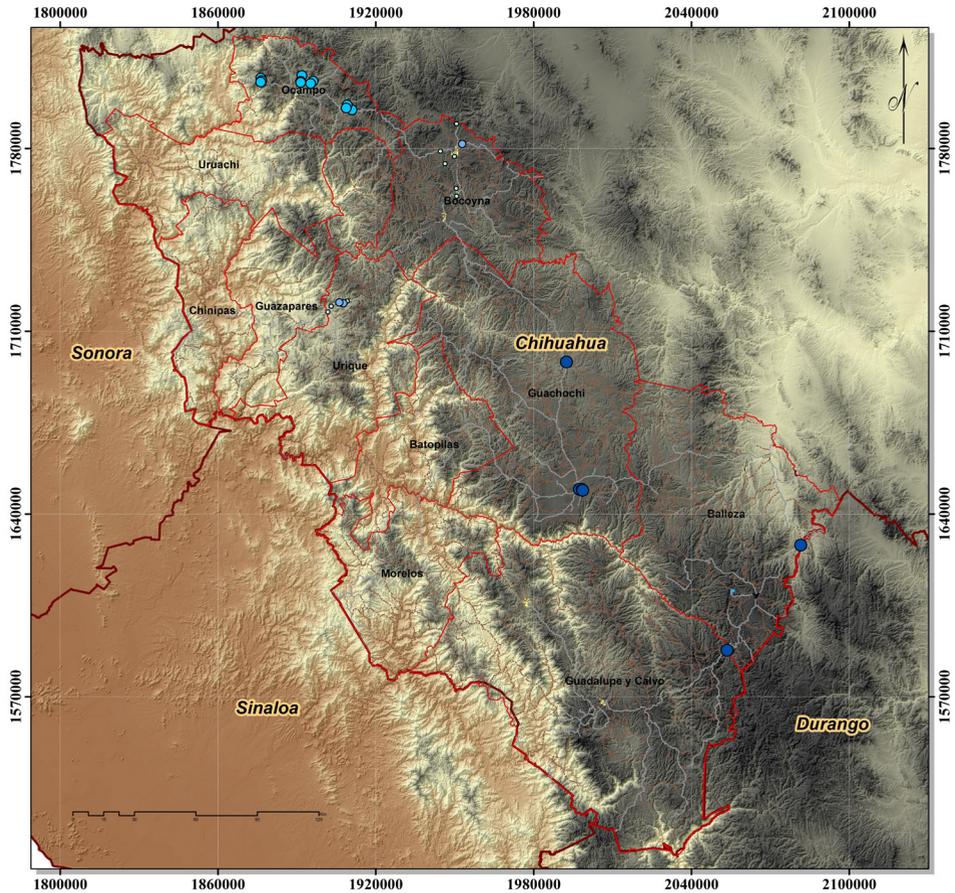
Alcance del indicador

Cuadro 2. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Ambiental	X	X	X	X

Línea base del indicador

Resultados de los parámetros físico-químicos, así como del índice de calidad de agua realizado en agua de ríos de los municipios de Ocampo, Bocoyna, Balleza, Urique y Guachochi.



SIMBOLOGÍA

Índice de Calidad del Agua (ICA)

5.6 - 25	Muy Pobre	•
25 - 50	Pobre	◦
50 - 70	Media	◐
70 - 86.3	Buena	◑

Límites

Área de estudio	
Límite estatal	
Área urbana	

Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua	
-----------------	--

Altitud del área de estudio

3286 msnm	
159 msnm	

Vías de comunicación

Calle	
Camino	
Carretera	
Vía férrea sencilla	

Referencia cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Conica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 4. Mapa del Índice de Calidad del Agua (ICA), investigaciones propias proyecto Tarahumara Sustentable -UACH.

LITERATURA CITADA

- Brown R.M., McClelland, N.J., Deininger, R.A., O'Connor, M.F., 1972. A Water Quality Index-Crossing the Psychological Barrier. In: Jenkis, S.H. (Ed.), Proc. Int. Conf. On Water Poll. Res., Jerusalem, 6, 787-797.
- Cude, C.G., 2001, Oregon Water Quality Index: A Tool for Evaluating Water Quality Management Effectiveness, Journal of the American Water Resources Association, Vol. 31, No.1, p. 125- 137.
- EPA. 2012. Environmental Protection Agency. Estándares del Reglamento Nacional Primario de Agua Potable. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
- NOM. 1994. Salud Ambiental, Agua Para Uso y Consumo Humano-Límites Permisibles De Calidad Y Tratamientos A Que Debe Someterse El Agua Para Su Potabilización.
- SEMARNAT. Agua. Consultado 16 de Diciembre 2014. 82-101. En: http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05_serie/yelmedioambiente/4_agua_v08.pdf.
- WHO. 2008. Valores guía recomendados por la Organización Mundial de la salud.Guidelines for Drinking-water Quality, 3th Ed. World Health Organization (WHO), Geneva, 1-492. Consultado: 30 de Diciembre de 2014

Índice de Sequía

De los índices que actualmente se utilizan para vigilar la sequía, el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI por sus siglas en inglés) también conocido como el Índice Normalizado de Precipitación es uno de los más utilizados en más de 70 países. Este índice creado por McKee en 1993 destaca por la sencillez, facilidad de cálculo y su significado desde el punto de vista estadístico, además de la relación de los déficits de precipitación con los diferentes impactos en las aguas subterráneas, el almacenamiento de agua en reservorios, en la humedad del suelo, los bancos de nieve y los caudales fluviales que lo hacen altamente aceptado en los estudios de la sequía. <https://smn.cna.gov.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/spi>

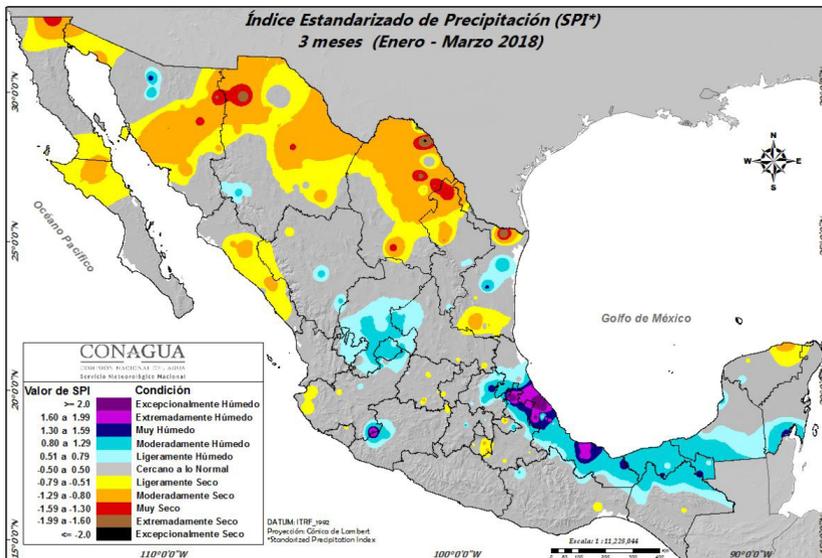


Figura 1. Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), Monitor de la Comisión Nacional del Agua. <https://smn.cna.gov.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/spi>.

La sencillez del SPI radica en que utiliza únicamente la precipitación para su cálculo y es efectivo para analizar los períodos y ciclos húmedos y secos, a diferencia de otros como el Índice de Palmer. Los registros de precipitación se ajustan a una distribución de probabilidades y a continuación se transforman en una distribución normal. Los valores positivos/negativos del SPI indican que la precipitación es mayor/menor que la mediana. Idealmente se requiere de un mínimo de entre 20 y 30 años de valores mensuales de precipitación para su cálculo, pero lo óptimo y preferible es utilizar 50 y 60 años o más de acuerdo con la Guía del usuario sobre este índice de la Organización Meteorológica Mundial (OMM)1. El SPI puede calcularse para distintas escalas temporales (1, 3, 6, 9, 12, 24 y 48 meses) lo cual permite evaluar la severidad de la sequía en el corto y largo período, los inconvenientes es que únicamente puede cuantificar el déficit de precipitación. <https://smn.cna.gov.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/spi>.

Obtención del Índice de Sequía

Como línea base histórica y actual se utilizaron 13 estaciones climáticas. La base histórica comprendió al menos 30 años de registro de precipitación mensual acumulada y la actual se enfocó al análisis del año 2015. La Figura 2 presenta el clinograma de la sequía derivado del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI). Enfocado en su estudio al territorio de la Sierra Tarahumara, los resultados de la sequía muestran una mayor frecuencia y severidad debido a la mayor variabilidad de la precipitación de los últimos años. Las barras inferiores de la línea base del clinograma muestran este comportamiento. El ancho y longitud de las barras (valores de -4 en el año 2011) denotan la presencia de sequías severas a extremadamente secas, con repercusiones en el estado de salud y productividad de los ecosistemas de la Sierra Tarahumara.

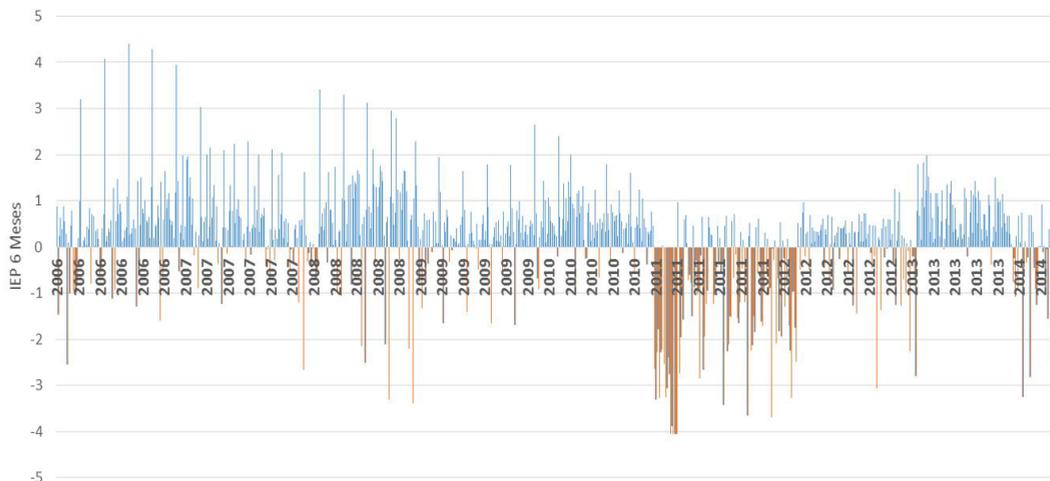


Figura 2. Clinograma de la sequía en la región de la Sierra Tarahumara.

La línea base actual para el análisis del índice de sequía se fundamenta en los datos de la precipitación mensual acumulada para el año 2015. Para la obtención de su clinograma y el mapa de distribución de este índice, se aplican los mismos procesos realizados con la base histórica. Como una base para estimar el Índice de Sequía, la figura 4 muestra la distribución de la precipitación pluvial del año 2015 y su distribución en la ST.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Índice de Sequía

Descripción breve

La sequía puede definirse como la ausencia prolongada, recurrente y con deficiente distribución de la precipitación en un determinado lugar. Se determina mediante el Índice Estandarizado de Precipitación (IEP) que consiste en el ajuste de una serie de precipitación con una distribución teórica apropiada y su posterior transformación a una distribución normal estandarizada.

Unidad de medición

Valor de índice y hectáreas y/o porcentaje, la precipitación se mide en milímetros de lluvia mensual y anual.

Justificación

La frecuencia y severidad de las sequías está afectando el estado de salud de los bosques, incremento los incendios y plagas con consecuencias importantes para la agricultura y ganadería en la región. El conocimiento de las condiciones oscilantes de la precipitación y la frecuencia y magnitud de las sequías ayudará a comprender futuros escenarios de precipitación para así establecer planes de mitigación y adaptabilidad a sus impactos. Una opción para el monitoreo de la sequía es a través de la construcción del Índice Estandarizado de Precipitación (IEP).

Relevancia del indicador

La causa principal de las sequías es una deficiencia en la precipitación; su distribución e intensidad afectan los flujos en ríos y arroyo y el almacenamiento en cuerpos de agua.

Frecuencia de medición

Anual y bajo varias escalas temporales (mensual, trimestral, semestral, anual, etc).

Último año de medición

2015.

Alcance del indicador

Cuadro 2. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X	X	X	X

Línea base del indicador

Datos de precipitación de 10 estaciones meteorológicas distribuidas en el área de influencia de la ST.

LITERATURA CITADA

- Centro de Investigaciones Sobre la Sequía (CEISS). 2006. Datos del IEP para el estado de Chihuahua.
- CIDRS. 2012. Comisión Intersecretarial para el Desarrollo Rural Sustentable. Avances en las acciones del Gobierno Federal en apoyo a la población afectada por la sequía (2011-2012). Estados Unidos Mexicanos. Comisión Nacional del Agua
- (CONAGUA). Estaciones automáticas. Consultado 22 oct. 2015. <http://smn.cna.gob.mx/emas/>
- INIFAP, 2006. Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de Chihuahua (periodo 1961-2003). 1a Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Chihuahua, Chih. México.
- Núñez L. D., Muñoz C. Reyes V. Velasco, I. y Gadsden H. 2007 "Caracterización, de la sequía a diversas escalas de tiempo en Chihuahua, México."
- Pinedo- AC, Hernández-QNS, Melgoza-CA, Rentería-VM, Vélez-SVC, Morales-NC. 2013. Diagnóstico Actual y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático. Cuerpo Académico de Recursos Naturales y Ecología (UACH-CA16). Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Mex.



INDICADORES FORESTALES

OBJETIVO

Evaluar el estado de conservación, salud y productividad de los ecosistemas forestales de la **Sierra Tarahumara**.

- ▲ Plagas y enfermedades del bosque
- ▲ Superficie de tierras agrícolas temporales y permanentes
- ▲ Certificación de manejo forestal sostenible
- ▲ Incendios forestales
- ▲ Aserraderos
- ▲ Proporción de superficie de bosque productivo bajo manejo
- ▲ Cosecha de productos de madera en volumen y como porcentaje del crecimiento neto o rendimiento sostenido (incremento medio anual)

PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL BOSQUE

ESCARABAJO DESCORTEZADOR (*DENDROCTONUS MEXICANUS HOPKINS*)

Dendroctonus mexicanus Hopkins (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) es considerada como la principal especie de descortezador que ataca a los bosques. El impacto que causa en la producción de madera es relevante, pues con frecuencia obliga a realizar cortas de saneamiento y aprovechamiento de maderas muertas (Sánchez y Torres, 2007). Dentro de las especies de descortezadores por su importancia para el estado de Chihuahua se encuentra *Dendroctonus rhizophagus Thomas y Bright* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) siendo una de las especies de mayor tamaño del género y es comúnmente llamada el descortezador de los renuevos. Es una especie común de la Sierra Madre Occidental en México. Es de gran importancia económica para la industria forestal de México, ya que puede encontrarse en 11 especies de pinos entre los que se incluyen *Pinus arizonica*, *P. engelmannii*, *P. durangensis* y *P. leiophylla* (Salinas-Moreno et al., 2010). Su distribución en México incluye los estados de Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Durango (Mendoza et al., 2011; Zúñiga et al., 1999), Guerrero (Atkinson y Equihua, 1985) y Jalisco (Armendáriz et al., 2012). Las figuras A,B y C muestran un árbol plagado de *Pinus arizonica*, las imágenes son ilustrativas del análisis de la plaga (en este caso en raíces). fuente: (Chaires-Grijalva et al., 2013). DOI: 10.7550/rmb.35723.



IDENTIFICACIÓN DE ÁRBOLES PLAGADOS

Una forma visual de identificar un árbol afectado por el escarabajo descortezador es la presencia de grumos de resina en la base del fuste o sobre el fuste, el follaje presenta un color amarillento a marrón. (Chaires-Grijalva et al. 2013). Una vez que se identifica a los árboles afectados es importante tomar una muestra y posteriormente trasladarla a algún laboratorio de entomología para su correcta clasificación. Será importante el registro de la ubicación de la plaga, así como la especie del arbolado, edad y características del sitio para su modelación geoespacial.



Figura 2. Árboles afectados por el escarabajo descortezador en la localidad de San Juanito, municipio de Bocoyna, Chihuahua, México.

IMPORTANCIA DEL INDICADOR FORESTAL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

La necesidad de contar con información base y apropiada para hacer diagnósticos de la condición que guardan los ecosistemas forestales en la Sierra Tarahumara representa una oportunidad para el técnico forestal. Las integraciones de datos colectados en campo por métodos tradicionales de evaluación, asociados a técnicas de modelación espacial, presentan un panorama más claro sobre la distribución y nivel de afectación de una plaga y enfermedad del bosque.

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

Los modelos de distribución de especies son una valiosa herramienta en la determinación espacial de un organismo, sobre todo cuando se tiene información limitada de presencia. La información generada de los modelos puede ser de gran ayuda en la generación de información biológica base no disponible. Los modelos son una herramienta empírica, robusta, repetible y fácil de utilizar, que puede ayudar a identificar potenciales zonas a conservar y/o restaurar (Phillips et al. 2006; Philips y Dunik, 2008).

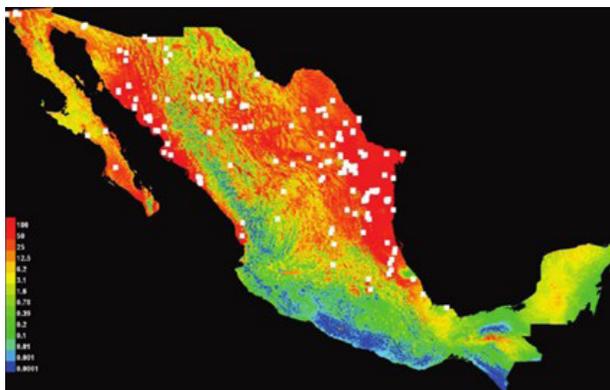
Según Hernández et al. (2008), su valor en conservación está basado en que 1) indica los sitios potenciales donde apuntar en el caso de necesitar hacer explotaciones directas, 2) entrega lineamientos para determinar el comportamiento de las especies frente a alteraciones exógenas, principalmente antrópicas y 3) entrega información sobre sitios a conservar. Hoy en día existen aproximadamente 16 modelos de este tipo que utilizan distintos métodos, y datos para desarrollar las predicciones (Elith et al. 2006). Dentro de estos modelos se encuentra el programa (software) Maxent (www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent), un programa multiusuario basado en una aproximación estadística llamada máxima entropía que permite hacer predicciones utilizando información incompleta, en este caso datos de presencia u ocurrencia de la distribución potencial de una especie (Philips et al. 2006, 2008).

La aplicación de este indicador es posible gracias a la información y software disponible. Gracias a la disponibilidad de datos y las metodologías existentes es factible llevar a cabo su implementación. Existen metodologías para monitorear estas especies, su distribución y condiciones favorables para encontrarla. Diversas organizaciones están dispuestas a financiar este tipo de proyectos, principalmente financiamiento de gobierno y empresa privada.

METODOLOGÍA DEL INDICADOR

REGISTRO DE LA INFORMACIÓN

Consiste en desarrollar un modelo de distribución de especies. Principalmente se desarrolla un modelo para conocer la distribución potencial de la plaga *Dendroctonus*. Para generar este tipo de modelos se emplean los registros disponibles de la especie en estudio, dichos registros se organizan en una base de datos, los cuales deben de contener información de coordenadas en X y Y las cuales se obtendrán del levantamiento de campo o registros existente.



PUNTO	Coordenada X UTM	Coordenada Y UTM
1	366441.28	4598580.18
2	357782.02	4604209.19
3	352561.21	4594237.92
4	353826.13	4547263.79
5	374443.43	481001.25
6	333190.2	4594957.62
7	346716.16	4598931.32
8	411179.95	4598258.63
9	372215.12	4596309.75
10	365317.25	4575362.55

Figura 3. Registros de presencia de la especie estudiada y formato de captura del registro.

Una vez que se cuenta con los registros para establecer la distribución potencial de la especie bajo estudio, se evalúan las similitudes bioclimáticas entre los registros de la presencia que se usan en la modelación, estimando que cada pixel de la región Sierra Tarahumara contenga a la especie, dada las relaciones no aleatorias entre los puntos de presencia del descortezador y las variables ambientales utilizadas (Person et al. 2007). Para el modelo de la Sierra Tarahumara se utilizaron 19 variables (temperatura, humedad y precipitación) para México procedente de la base de datos de Worldclim (www.worldclim.org/).

VARIABLES DEL MODELO

Para la construcción del modelo de nicho ecológico se usó el 80 % de los datos (n= 92) como puntos de entrenamiento y 20 % (n=23) como puntos de prueba. Se utilizó el método de validación cruzada para las interacciones con los puntos seleccionados. Se modeló con la opción básica con cinco (5) repeticiones para cada uno de los escenarios. Se eliminaron los puntos (sitios de brote) duplicados. Para evaluar el desempeño del modelo se consideró el valor del área bajo la curva (AUC) el cual da un valor, entre más cercano a uno mayor sensibilidad a la prueba (Moisen et al. 2013). Se manejó la distribución probabilística (cuyos valores están entre 0 y 1) para generar los modelos con los requerimientos ambientales; esta distribución está representada en un mapa de salida que usa la escala de colores que indican esta probabilidad. Los valores entre 0.62-1 indican condiciones óptimas para la distribución de la especie.

Los valores entre 0.38-0.62 indican condiciones intermedias y los valores de 0 a 0.38 indican condiciones desfavorables para la distribución potencial basados en las correlaciones presencia condiciones bioclimáticas (Phillips, 2005; Phillips et al., 2006).

De los cinco modelos obtenidos se selecciona el que presenta mayor sensibilidad (UAC) (Phillips et al., 2006), el cual representa las condiciones intermedias y óptimas prediciendo la distribución potencial del descortezador para la Sierra Tarahumara. Se aplicó la prueba de Jackknife con el fin de establecer las variables climáticas más importantes del modelo basado en el valor de AUC.

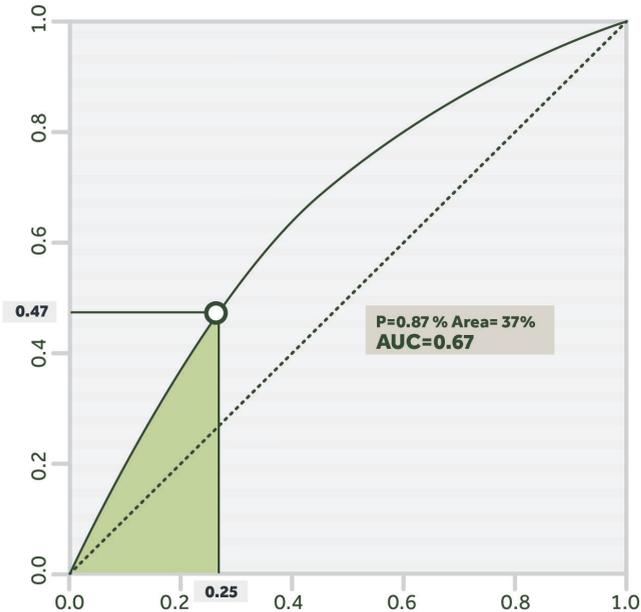
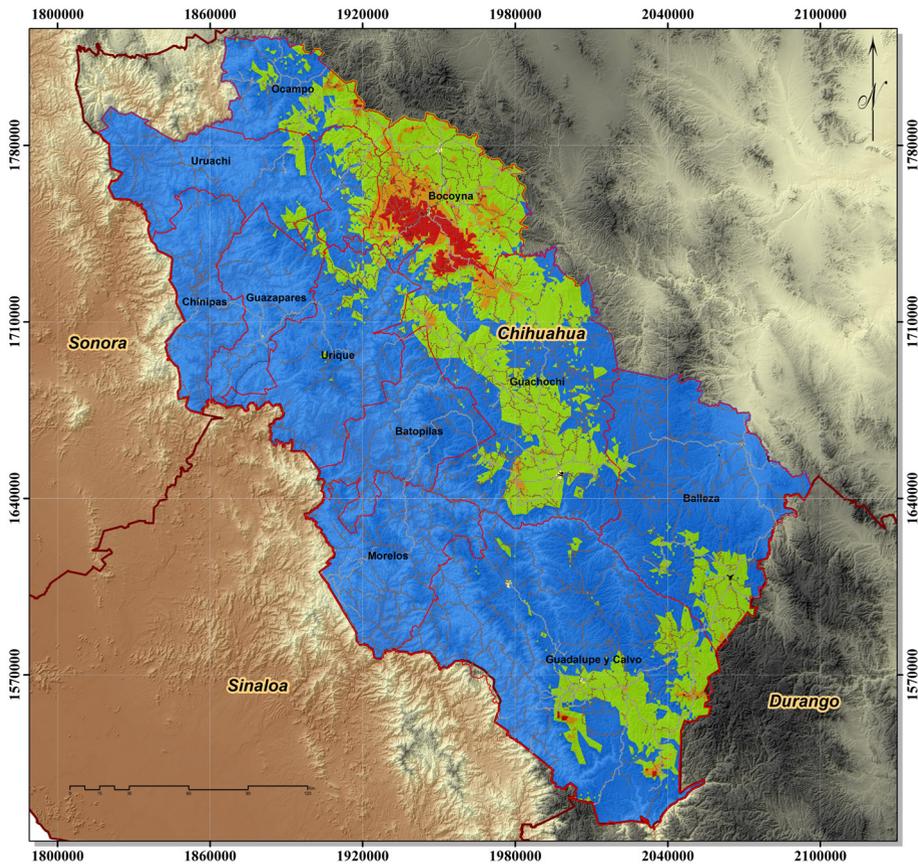


Figura 4. Variables climáticas usadas para el escenario modelado

VARIABLES CLIMÁTICAS USADAS PARA EL ESCENARIO MODELADO

- ▲ **BIO_5** = Temperatura máxima del mes más caliente.
- ▲ **BIO_9** = Temperatura media del cuarto más seco.
- ▲ **BIO_10** = Temperatura media del cuarto más caliente
- ▲ **BIO_14** = Precipitación del mes más seco.
- ▲ **BIO_17** = Precipitación del cuarto más seco.
- ▲ **BIO_18** = Precipitación del cuarto más caliente.

Los resultados de sensibilidad de la prueba AUC (0.872), del escenario 1, muestran que existe una correspondencia entre variables climáticas y los sitios de los brotes, en donde se proyecta según Figura 4, condiciones intermedias y óptimas para la distribución potencial del descortezador en la Sierra Tarahumara.



SIMBOLOGÍA

Distribución *Dendroctonus*

Probabilidad de ocurrencia

- Rango 0 - 0.1
- Rango 0.1 - 0.5
- Rango 0.5 - 0.7
- Rango 0.7 - 1.0

Límites

- Área de estudio
- Límite estatal
- Área urbana

Altitud del área de estudio

- 3286 msnm
- 159 msnm

Vías de comunicación

- Calle
- Camino
- Carretera
- Vía férrea sencilla

Referencia Cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 5. Mapa de potencialidad de riesgo de afectación por insectos descortezadores del género *Dendroctonus* en la Sierra Tarahumara.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Plagas y enfermedades del bosque

Descripción breve

Porcentaje de árboles en los bosques de coníferas y otras tierras arboladas que pueden ser clasificadas como daños moderados, graves o totales.

Unidad de medición

Hectáreas de áreas siniestradas

Justificación

Anualmente en México mueren miles de árboles por ataques de estos insectos, ocasionando pérdidas económicas y ecológicas de gran magnitud. Las infestaciones por descortezadores afectan áreas de producción comercial maderable, así como también áreas donde están localizados árboles de alto valor, como árboles semilleros, de recreación o de protección.

Relevancia del indicador

El conocimiento de la magnitud de los daños por plagas y enfermedades es un indicador del estado de salud de los bosques, lo cual es un parámetro esencial en los procesos de gestión forestal para detener la pérdida de biodiversidad y el valor de los servicios ecosistémicos.

Frecuencia de medición

Anual.

Último año de medición

2015, de acuerdo con fuentes oficiales y a la revisión llevada a cabo.

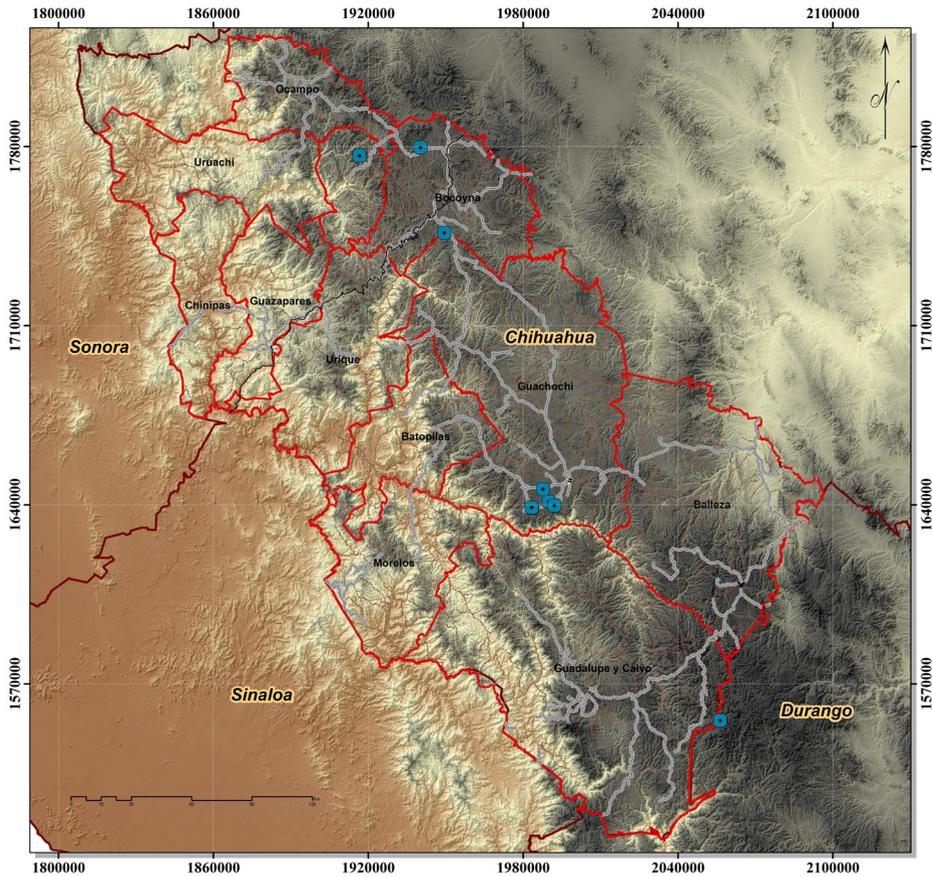
Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X	X	X	X

Línea base del indicador

Se cuenta con el registro de 18 puntos de presencia de plagas proporcionadas por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), así como la potencialidad de dichas plagas en el área de estudio.



SIMBOLOGÍA

Plagas

Dendroctonus



Límites

Área de estudio

Límite estatal

Área urbana



Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua



Altitud del área de estudio

3286 msnm

159 msnm



Vías de comunicación

Calle

Camino

Carretera

Vía férrea sencilla



Referencia cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert

Proyección: cónica Conforme de Lambert

Datum: ITRF 1992

Figura 6. Localización geográfica de las áreas afectadas por descortezadores del género *Dendroctonus*.

LITERATURA CITADA

- Elith, J., Graham, C., Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R., Huettmann, F., Leathwick, J., Lehmann, A., et al. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29; 129-151.
- Hernández, P., Franke, I., Herzog, S., Pacheco, V., Paniagua, L., Quintana, H., Soto, A., Swenson, J., Tovar, C., Valqui, T. et al. 2008. Predicting species distributions in poorly-studied landscapes. *Biodiversity and Conservation*, 17; 1353-1366.
- Phillips, S. & Dudík, M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31; 161-175.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190; 231-259.
- Salinas-Moreno, Y., M. C. F. Vargas, G. Zúñiga, J. Víctor, A. Ager y J. L. Hayes. 2010. Atlas de distribución geográfica de los descortezadores del género *Dendroctonus* (Curculionidae: Scolytinae) en México. Instituto Politécnico Nacional, Comisión Nacional Forestal, México D. F. 90 p.
- Mendoza, M. G., Y. Salinas-Moreno, A. Olivo-Martínez y G. Zúñiga. 2011. Factors influencing the geographical distribution of *Dendroctonus rhizophagus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in the Sierra Madre Occidental, Mexico. *Environmental Entomology* 40:549-559.
- Pearson, R. G., C. J. Raxworthy, M. Nakamura y T. Peterson. 2007. Predicting species distribution from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34(1):102-117.
- Moisen G.G., E. A. Freeman, J. A. Blackard, T. S. Frescino, E. Z. Nicklaus, T.C. Edwards Jr. 2006. Predicting tree species presence and basal area in Utah. A comparison of stochastic gradient boosting, generalized additive models and, tree-based methods. *Ecological Modelling*, 199(1):102-117.
- Diario Oficial de la Federación. México. 23 de julio de 2008. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma Oficial Mexicana 34 NOM-019-SEMARNAT 2006, Que establece los lineamientos técnicos de los métodos para el combate y control de insectos descortezadores.
- Salinas-Moreno, Y., Vargas M. C. F., Zúñiga, G., Víctor, J., Ager, A. y Hayes, J. L. 2010. Atlas de Distribución Geográfica de los Descortezadores del Género *Dendroctonus* (Curculionidae: Scolytinae) en México. Instituto Politécnico Nacional, Comisión Nacional Forestal. México, 90 p. 38.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional Forestal, Gerencia de Sanidad Forestal. Marzo 2012, disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/mce_indexhtml. Consultado el 24 de agosto de 2015.

Como parte de los esfuerzos desarrollados en el proyecto Tarahumara Sustentable, en conjunto con académicos e investigadores de la UACH, fueron desarrolladas fichas de protocolos como indicadores para el monitoreo forestal, los cuales pueden ser aplicados en la evaluación y monitoreo forestal.

SUPERFICIE DE TIERRAS AGRÍCOLAS TEMPORALES Y PERMANENTES

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), el aumento de producción agrícola se ha logrado por expansión del área cultivada y por incrementos en los rendimientos por unidad de cultivo. La FAO señala que los suelos aptos para uso agrícola son sólo un porcentaje relativamente reducido de las disponibilidades globales de suelos.

Lo anterior implica que las posibilidades de incorporar tierras nuevas al cultivo son cada vez menores, o que las inversiones que ello significa son bastante elevadas. De las tierras actualmente en uso, la gran mayoría están aumentando su productividad derivado de los avances tecnológicos.

CRECIMIENTO DE LA FRONTERA AGRÍCOLA

La conversión de terrenos hacia usos agropecuarios es una de las causas más importantes de la deforestación en el mundo (FAO, 2015). De acuerdo con información de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), en el periodo de 1980 a 2010 la superficie agrícola cultivada en México se mantuvo constante, entre 18 y 23 millones de hectáreas, con un promedio de poco más de 21 millones de hectáreas.

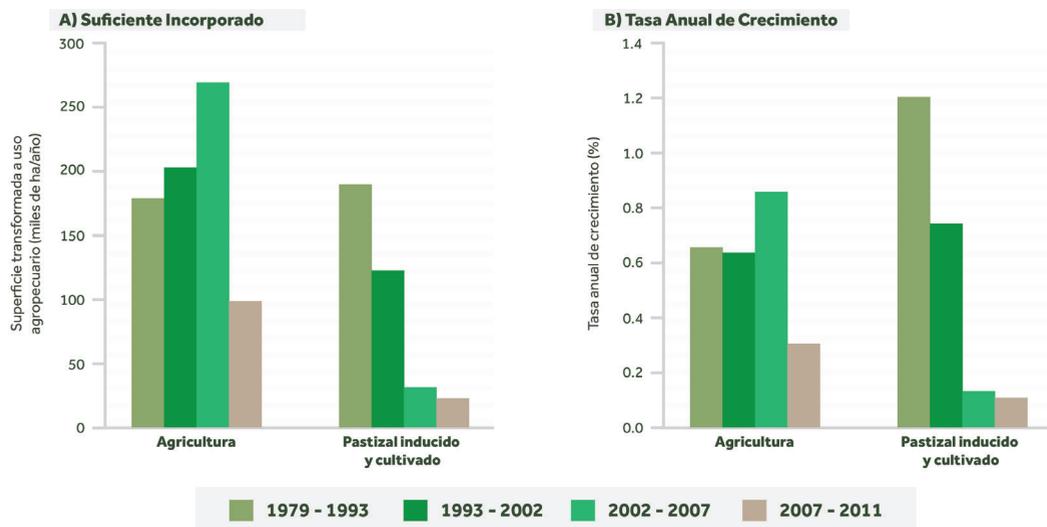


Figura 5. Superficie incorporada al uso agropecuario y tasa de crecimiento anuales en México, 1976-2011.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Superficie de tierras agrícolas temporales y permanentes

Descripción breve

Se considera a las tierras arables para cultivos temporales y tierras dedicadas a cultivos permanentes. La tierra de cultivos temporales se refiere a tierras para obtener granos básicos, huertos familiares y cultivos para mercado local bajo esquemas de barbecho temporal (menos de cinco años). Las tierras dedicadas a cultivos permanentes es la tierra cultivada con cultivos que ocupan la tierra durante periodos prolongados y no necesitan ser replantados después de cada cosecha.

Unidad de medición

Hectáreas y/o porcentaje.

Obtención del indicador

El indicador se basa en estimaciones puntuales derivadas de los datos recogidos en los censos y encuestas agrícolas periódicas. La información está dividida por superficie en hectáreas y valor económico a escala sectorial y por municipios.

Fuente de información

Las fuentes primarias de datos provienen de SAGARPA, que continuamente publica datos de censos agropecuarios a nivel estatal y regional con preponderancia hacia la superficie y valor de los productos agrícolas. Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del estado de Chihuahua, Programa sectorial agropecuario. Panorama y censos agropecuarios. INEGI a través de los Censos Agrícolas y Ganaderos de la Dirección de Censos de Sectores Económicos.

Frecuencia de medición

Anual.

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

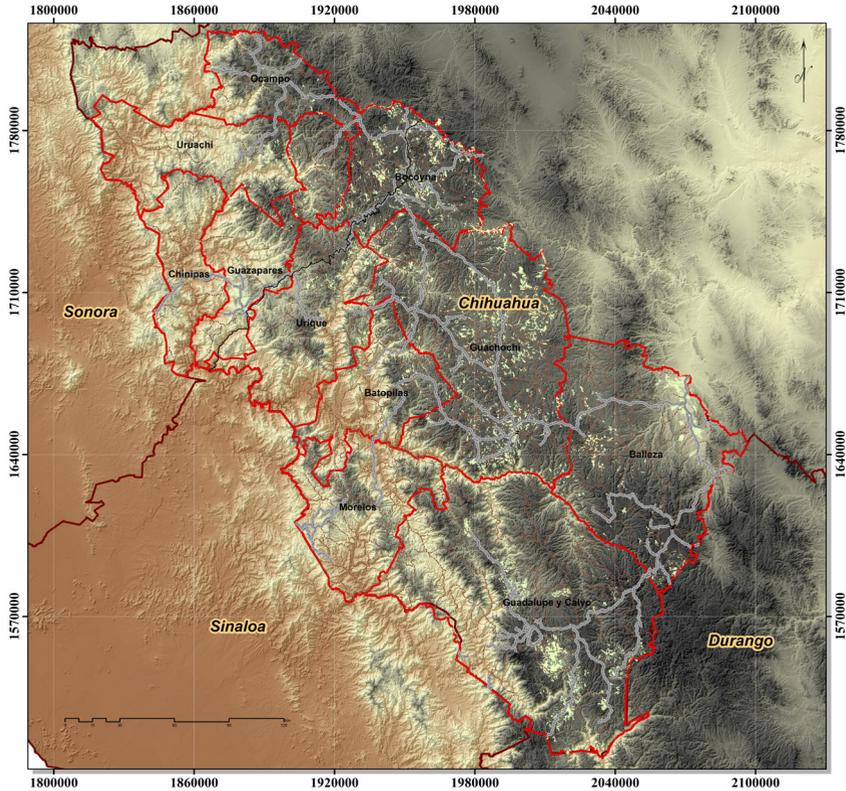
Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Agrícola	X	X	X	X

Línea base

De acuerdo con la generación del Uso de Suelo y Vegetación del área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable, se contabilizó un total de 176,860.50 hectáreas de tierras agrícolas para 1990 y 178,221.20 hectáreas para el año 2015.

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

Para obtener este indicador se procesaron imágenes de satélite Landsat. Se realizaron análisis de clasificación supervisada del 2015. La información base se presentó en mapas y cuadros. Las áreas agrícolas comprenden una extensión aproximada de 178,221 ha en la Sierra Tarahumara. Básicamente predominan los cultivos de temporal para obtener granos básicos, huertos familiares y cultivos para mercado local bajo esquemas de barbecho temporal (menos de cinco años).



SIMBOLOGÍA

Tierras agrícolas

Tierras agrícolas



Límites

Área de estudio

Límite estatal

Área urbana



Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua



Altitud del área de estudio

3286 msnm

159 msnm



Vías de comunicación

Calle

Camino

Carretera

Vía férrea sencilla



Figura 2. Mapa base de la superficie de áreas agrícolas de temporal y riego en el 2015 en la Sierra Tarahumara.

CERTIFICACIÓN DE MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE

México es líder mundial en superficie de bosque certificada en manejo forestal comunitario. En México operan tres diferentes esquemas de certificación forestal y en conjunto suman una superficie certificada de 2 millones 192 mil ha (ATP, NMX 143, FSC). México es el país con mayor superficie forestal comunitaria certificada bajo los requisitos del FSC.

Adicionalmente, más de 2 millones 400 mil ha de superficie forestal se encuentran en proceso de certificación (ATP, NMX 143, FSC). La certificación de manejo forestal y de cadena de custodia son dos mecanismos claves que contribuyen a la conservación de los ecosistemas forestales y permiten impulsar el manejo sostenible de los bosques y selvas.

Cuadro 1. Superficie certificada por la FSC en América Latina por tipo de propiedad y bosque (Cuadro extraído de Tamarit, 2003).

	PRIVADA				COMUNAL		Total	nco*	
	BOSQUE NATURAL		PLANTACIÓN		BOSQUE NATURAL				
	<10,000 ha	>10,000 ha	<10,000 ha	>10,000 ha	<10,000 ha	>10,000 ha			
Argentina	0	0	3,892	24,764	0	0	28,656	0,78	4
Belice	0	95,800	0	0	0	0	95,800	2,61	1
Bolivia	0	803,986	0	0	0	0	803,986	21,91	8
Brasil	4,795	357,464	34,554	836,325	4,800	44,000	1,281,938	34,93	30
Chile	3,588	0	13,748	336,969	0	0	353,577	9,63	11
Colombia	0	0	0	20,056	0	0	20,056	0,55	1
Costa Rica	8,975	0	21,440	33,621	0	0	64,036	1,74	14
Ecuador	1,341	0	0	20,000	0	0	21,341	0,58	2
Guatemala	0	64,869	2,242	0	28,203	252,808	348,122	9,49	13
Honduras	0	0	0	0	13,398	0	13,398	0,37	2
México	18,839	13,748	0	0	84,492	434,106	551,185	15,02	30
Nicaragua	3,500	0	0	0	0	0	3,500	0,10	1
Panamá	0	0	9,009	0	0	0	9,099	0,25	4
Uruguay	0	0	5,040	70,023	0	0	75,063	2,05	4
Total	41,038	1,335,867	89,287	1,341,758	130,893	730,914	3,669,757	100	125
%	1,12	36,40	2,43	36,56	3,57	19,92	100		

nco: Número de certificados otorgados.

Fuente: FSC, Abril de 2003, In: <http://www.facoax.org>.

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

NMX-AA-143-SCFI-2008						
Predio	Tipo	Municipio	Superficie certificada	Estatus	Autorizado	Número de certificación
BABORIGAME	Ejido	Guadalupe y Calvo	21,861.17	CERTIFICADO COND	360,127.00	201501C001463
BABUREACHI	Ejido	Bocoyna	997.54	CERTIFICADO COND	12,276.00	201501C11853
BASOGACHI	Ejido	Ocampo	9,753.23	CERTIFICADO COND	39,470.00	201501C00747
BOCOYNA	Ejido	Bocoyna	4,550.60	CERTIFICADO COND	30,375.00	201501C00742
CHINATU	Ejido	Guadalupe y Calvo	146,616.90	CERTIFICADO COND	635,119.00	201501C11855
EL CALDILLO Y SU ANEXO EL VERGEL	Ejido	Balleza	14,224.10	CERTIFICADO	192,526.00	201701C07250
EL PINITO	Ejido	Guadalupe y Calvo	6,308.14	CERTIFICADO COND	71,490.00	201501C01219
EL TULE Y PORTUGAL	Ejido	Guadalupe y Calvo	7,858.80	CERTIFICADO COND	107,117.00	201501C11846
EL YEPOSO	Comunidad	Bocoyna	901	CERTIFICADO COND	10,121.00	201501C11844
GUACHOCHI Y ANEXOS	Ejido	Guachochi	13,601.30	CERTIFICADO COND	122,051.00	201501C11738
LA PINTA, LA JOYA Y ANEXOS	Ejido	Balleza	17,287	CERTIFICADO COND	126,474.00	201501C11742
LAGUNA DE LOS CANO	Ejido	Guadalupe y Calvo	3,570.10	CERTIFICADO	pendiente	201701C07025
LLANO BLANCO U OJO FRIO	Ejido	Guadalupe y Calvo	15,093.94	CERTIFICADO COND	288,421.00	201501C11845
LLANO GRANDE Y ANEXOS	Ejido	Guadalupe y Calvo	6,351.28	CERTIFICADO	118,344.00	201701C00615
LOS ANGELES	Ejido	Balleza	2,045.20	CERTIFICADO	12,377.00	201701C07024
LOS PILARES Y ANEXOS	Ejido	Balleza	18,473.70	CERTIFICADO COND	229,829.00	201501C01958
NOROGACHI	Ejido	Guachochi	47,453.20	CERTIFICADO	177,825.64	201701C10047
PANALACHI	Ejido	Bocoyna	16,734.68	CERTIFICADO COND	270,516.00	201501C11859
PAPAJICHI	Ejido	Guachochi	14,464.49	PROCESO	149,720.00	
RANCHO EL YEPOSO	Ejido	Bocoyna	4,652.64	CERTIFICADO	22,273.00	201701C09797
REDONDEADOS Y SUS ANEXOS BUENAVISTA DE ATASCADEROS	Ejido	Guadalupe y Calvo	36,811.77	CERTIFICADO	492,822.00	201701C007023
ROCHEACHI	Ejido	Guachochi	29,082.11	CERTIFICADO	184,875.84	201801C00867
SAMACHIQUE	Ejido	Guachochi	20,555.63	PROCESO	528,480.00	
SAN IGNACIO DE ARARECO	Ejido	Bocoyna	6,307.27	CERTIFICADO COND	68,146.00	201501C00743
SAN JUAN DE ITURRALDE	Ejido	Balleza	3,080.10	CERTIFICADO	32,150.00	201701C07249
SANTA ANITA	Ejido	Guachochi	10,530	PROCESO	143,322.00	
SEHUERACHI	Ejido	Guachochi	11,532	PROCESO	1,877.00	
TALAYOTES	Ejido	Bocoyna	4,423.19	CERTIFICADO COND	65,126.00	201501C11737
TONACHI	Ejido	Guachochi	19,904.32	CERTIFICADO	222,481.00	201801C00855
YOQUIVO	Ejido	Batopilas	45,093	VENCIDO	927,001.00	201401C05705
FSC						
Predio	Tipo	Municipio	Superficie certificada	Estatus	Autorizado	Número de certificación
Caborachi	Ejido	Guachochi	21,974.48	CERTIFICADO	79,872.00	RA-FM/COC-007137
El Caldillo y Su Anexo El Vergel Dotación	Ejido	Balleza	18,940.85	CERTIFICADO	192,526.00	SCS-FM/COC-005742
El Nopal	Ejido	Guadalupe y Calvo	4,823	PROCESO	118,487.00	Pendiente
El Pinito	Ejido	Guadalupe y Calvo	5,000	PROCESO	71,490.00	Pendiente
Guajolotes	Ejido	Balleza	12,742	CERTIFICADO	72,196.00	RA-FM/COC-007740
La Trinidad y Anexos	Ejido	Guadalupe y Calvo	45,026	CERTIFICADO	216,390.00	SW-FM/COC-000231
Nabogame y Anexos	Ejido	Guadalupe y Calvo	9,365	PROCESO	235,714.00	Pendiente
Samachique	Ejido	Guachochi	15,749	PROCESO	528,480.00	Pendiente
Tecorichi	Ejido	Balleza	17,000	PROCESO	224,964.00	Pendiente
Yoquivo	Ejido	Batopilas	20,000	PROCESO	927,001.00	Pendiente

AUDITORIA TÉCNICA PREVENTIVA (ATP)						
Predio	Tipo	Municipio	Superficie certificada	Estatus	Autorizado	Número de certificación
Agua Zarca	Ejido	Guachochi	289.60	CERTIFICADO	6,496.00	ATP/TF/14-01-335
Ahuichique	Ejido	Bocoyna	11,040.06	PROCESO	149,773.00	Pendiente
Arroyo de la Cabeza	Ejido	Bocoyna	6,618.00	PROCESO	69,483.00	Pendiente
Babureachi	Ejido	Bocoyna	968.82	CERTIFICADO COND	12,276.00	ATP/TF/08-01-192
Basaseachi	Ejido	Ocampo	8,768.78	PROCESO	136,778.00	Pendiente
Basogachi	Ejido	Ocampo	13,129.71	CERTIFICADO COND	142,499.00	ATP/TF/12-01-245
Basonayvo	Ejido	Guazapares	16,060.00	PROCESO	18,599.00	Pendiente
Bocoyna	Ejido	Bocoyna	4,535.60	CERTIFICADO	70,626.00	ATP/TF/10-01-251
Catedral	Ejido	Guadalupe y Calvo	31,026.00	CERTIFICADO COND	645,627.00	ATP/TF/11-01-275
Choguita	Ejido	Guachochi	5,428.23	PROCESO	103,747.00	Pendiente
Cienega Prieta	Ejido	Guadalupe y Calvo	5,874.60	PROCESO	125,282.00	Pendiente
Conduenazgo de Memelichi	Comunidad	Ocampo	9,785.43	PROCESO	171,115.00	Pendiente
El Nopal	Ejido	Guadalupe y Calvo	4,225.25	PROCESO	118,487.00	Pendiente
El Tule y Portugal	Ejido	Guadalupe y Calvo	6,876.00	CERTIFICADO COND	272,902.00	ATP/TF/11-01-279
El Venadito	Comunidad	Guadalupe y Calvo	5,491.76	CERTIFICADO	291,970.00	ATP/TF/13-01-290
El Yeposo	Comunidad	Bocoyna	901.00	CERTIFICADO COND	10,121.00	ATP/TF/09-01-252
Guachochi y Anexos	Ejido	Guachochi	3,261.25	PROCESO	122,051.00	Pendiente
Guadalupe Victoria NCPE	Ejido	Bocoyna	756.65	PROCESO	9,421.70	Pendiente
Guajalotes	Ejido	Balleza	12,738.00	CERTIFICADO	134,601.00	ATP/TF/12-01-289
Huicochi Mesa Colorada	Ejido	Urique	2,909.30	PROCESO	28,649.00	Pendiente
La Pinta, La Joya y Anexos	Ejido	Balleza	10,182.00	CERTIFICADO	162,151.00	ATP/TF/14-01-274
La Soledad y anexos	Ejido	Guachochi	4,779.52	PROCESO	52,894.00	Pendiente
Las Delicias, Segoriachi y Anexos	Ejido	Balleza	2,617.50	PROCESO	22,665.00	Pendiente
Llano Blanco u Ojo Frio	Ejido	Guadalupe y Calvo	13,062.00	CERTIFICADO	558,678.00	ATP/TF/13-01-287
Llano Grande y Anexos	Ejido	Guadalupe y Calvo	6,352.00	CERTIFICADO	118,344.00	ATP/TF/14-01-288
Los Ángeles	Ejido	Balleza	4,477.00	PROCESO	12,377.00	Pendiente
Los Volcanes	Ejido	Bocoyna	3,733.50	PROCESO	71,918.00	Pendiente
Mesa de los Leales	Comunidad	Morelos	3,590.00	PROCESO	96,199.00	Pendiente
Monterde	Ejido	Guazapares	11,028.80	PROCESO	142,423.00	Pendiente
Ocoviachi	Ejido	Guazapares	10,659.00	PROCESO	145,258.00	Pendiente
Panalachi	Ejido	Bocoyna	32,423.00	CERTIFICADO	270,516.00	ATP/TF/10-01-282
Papajichi	Ejido	Guachochi	8,648.25	PROCESO	149,720.00	Pendiente
Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Ejido	Bocoyna	2,026.86	CERTIFICADO COND	16,621.00	ATP/TF/10-01-247
Rancho el Yeposo	Ejido	Bocoyna	4,652.64	CERTIFICADO COND	36,746.00	ATP/TF/09-01-253
Redondeados y Anexos	Ejido	Guadalupe y Calvo	30,557.00	CERTIFICADO	492,822.00	ATP/TF/14-01-327
Rocheachi	Ejido	Guachochi	30,753.59	PROCESO	184,875.84	Pendiente
Samachique	Ejido	Guachochi	12,015.75	PROCESO	528,480.00	Pendiente
San Alonso	Ejido	Urique	13,629.62	PROCESO	116,792.00	Pendiente
San Ignacio de Arareco	Ejido	Bocoyna	6,244.90	CERTIFICADO COND	68,146.00	ATP/TF/09-01-254
San Ignacio de la Cieneguilla	Ejido	Guadalupe y Calvo	17,796.78	PROCESO	225,269.00	Pendiente
San Ignacio y Anexos	Ejido	Morelos	4,635.50	PROCESO	95,859.00	Pendiente
San Juan Nepomuceno	Ejido	Guadalupe y Calvo	16,192.46	PROCESO	75,361.00	Pendiente
Segoriachi y su Anexo Tachigomachi	Ejido	Urique	11,224.00	PROCESO	32,338.00	Pendiente
Sehuerachi	Ejido	Guachochi	14,776.50	PROCESO	1,877.00	Pendiente
Sorobuena	Ejido	Morelos	1,507.00	PROCESO	35,760.00	Pendiente
Talayotes	Ejido	Bocoyna	4,423.18	CERTIFICADO COND	65,126.00	ATP/TF/09-01-244
Tecorichi	Ejido	Balleza	33,048.56	PROCESO	224,964.00	Pendiente
Tonachi	Ejido	Guachochi	19,904.32	PROCESO	278,768.00	Pendiente
Yoquivo	Ejido	Batopilas	45,093.00	PROCESO	927,001.00	Pendiente
Yoquivo y su Anexo Zapareachi	Ejido	Ocampo	6,394.80	PROCESO	84,455.00	Pendiente

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Certificaciones de manejo forestal sostenible

Descripción breve

Número y extensión de hectáreas de áreas de manejo de bosque certificadas por diversos estándares como el Forest Stewardship Council o Consejo de Administración Forestal (FSC), el estándar nacional mexicano para el manejo forestal sostenible NMX 143 y certificado CONAFOR de buen manejo forestal por las auditorías técnicas preventivas (ATP).

Unidad de medición

Superficie (hectáreas) y número de áreas bajo certificación de manejo.

Justificación

El proceso de certificación es un proceso largo y detallado que considera aspectos técnicos de la práctica forestal, aspectos socioeconómicos y aspectos ambientales. Al considerarse esos aspectos se garantizan mejoras en el bienestar de los dueños del bosque en el corto y largo plazo, así como la conservación de los ecosistemas boscosos.

Obtención del indicador

Consulta directa en las oficinas de CONAFOR Chihuahua junto con verificación de las bases de datos de la página web.

Fuente de información

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Frecuencia de medición

Anual.

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador.

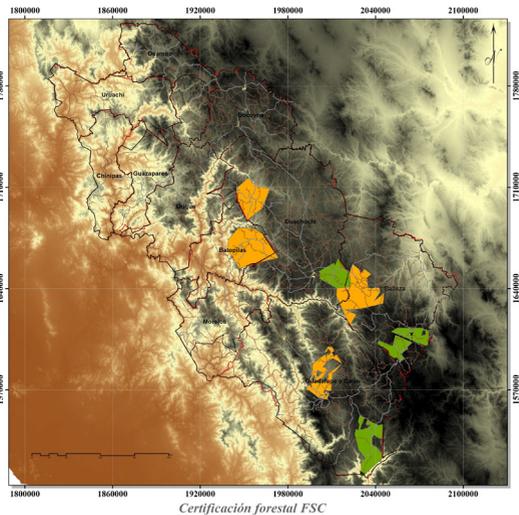
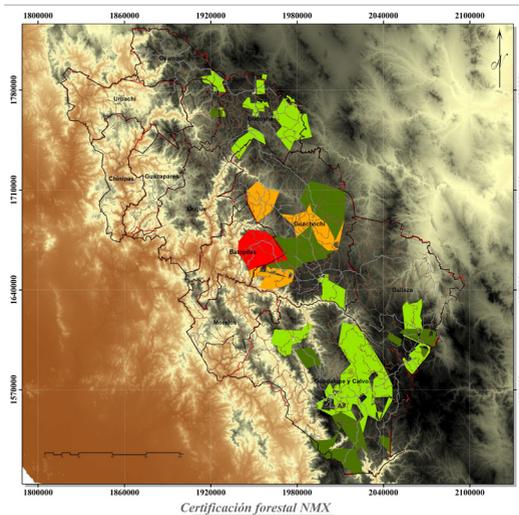
Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X	X	X	X

Línea base

Predios que se encuentran bajo proceso de certificación forestal por la NMX, ATP y FSC 2018.

LITERATURA CITADA

- Tamarit U., J.C. 2003. Análisis del escenario de la certificación forestal en el contexto del desarrollo sustentable. Madera y Bosques 9(2):3-13.



SIMBOLOGÍA

- Certificado
- Certificado condicionado
- Proceso
- Vencido

Tierras agrícolas

Certificación

Límites

Área de estudio

Límite estatal

Área urbana

Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua

Altitud del área de estudio

3286 msnm

159 msnm

Vías de comunicación

Calle

Camino

Carretera

Vía férrea sencilla

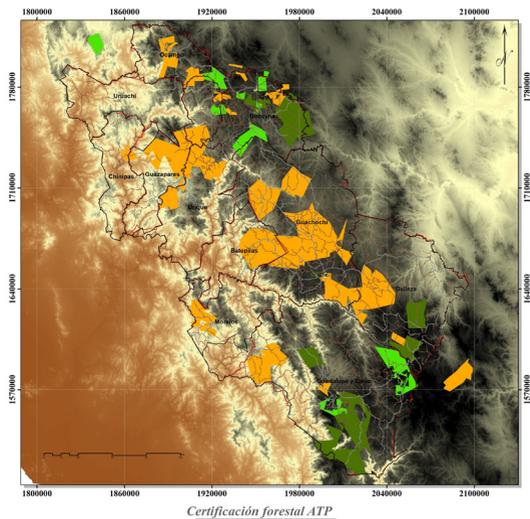


Figura 2. Información de línea base sobre los predios y su estatus de certificación.

INCENDIOS FORESTALES

De acuerdo con datos reportados por CONAFOR en México, el número de incendios ocurridos y la superficie siniestrada se han mantenido sin una tendencia clara a lo largo de los últimos veinte años. Entre 1991 y 2015, el promedio anual de incendios fue de 8,024 eventos, con una superficie siniestrada promedio de cerca de 262 mil hectáreas. En ese periodo, algunos años destacaron por la frecuencia e intensidad de los incendios, fue el caso de los años 1998 y 2011. En estos años, se registraron 14,445 y 12,113 incendios, respectivamente, con una superficie total afectada de entre 850 mil y 936 mil hectáreas, respectivamente. Esta superficie fue de más de tres veces el promedio anual siniestrado entre 1991 y 2015.

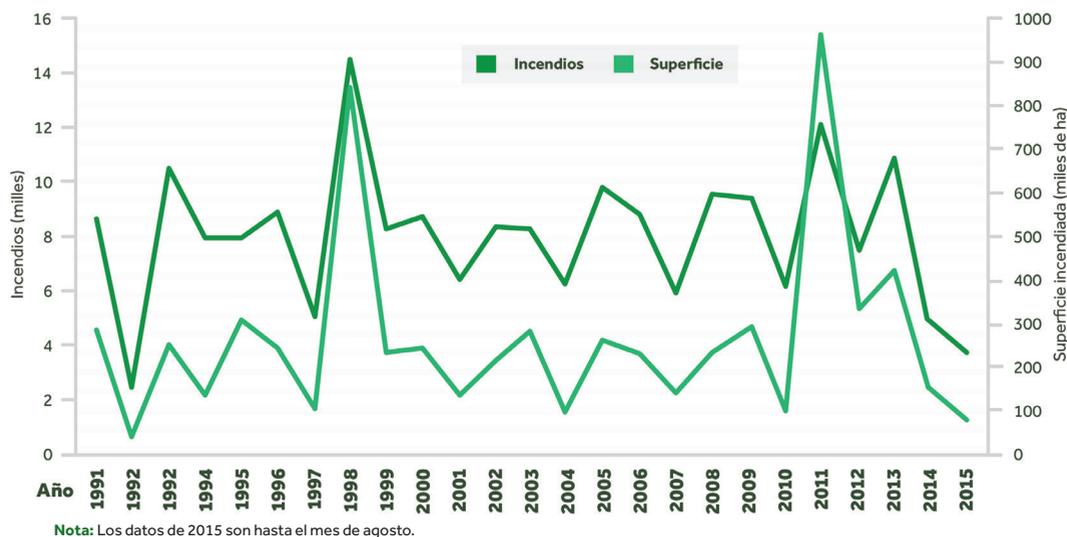


Figura 1. Incendios forestales y superficie afectada en México, 1991 – 2015 (CONAFOR).

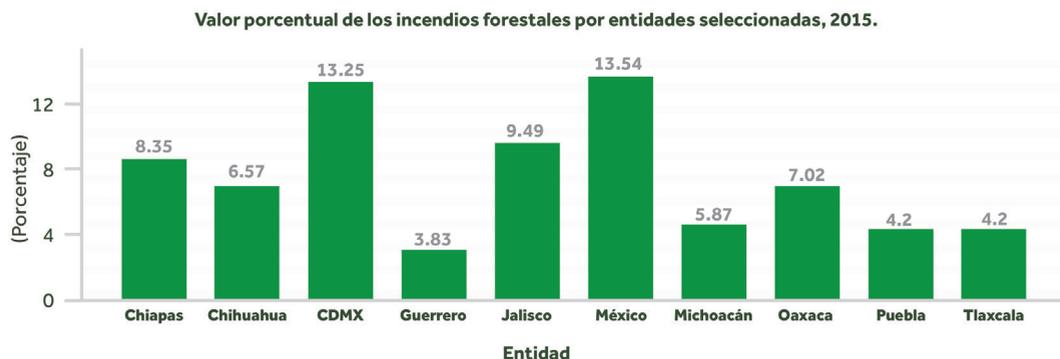


Figura 2. Incendios forestales en valores porcentuales por entidades del 2015 (INEGI).

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Incendios forestales

Descripción breve

Los incendios forestales son una de las principales causas de deforestación y degradación de los suelos. En los últimos 29 años se han presentado alrededor de 20,000 incendios en el estado de Chihuahua, con una superficie afectada estimada en 539,977 ha y un promedio de 27.9 ha por incendio. En los doce municipios de la ST, se estima una superficie afectada de 147,276 ha lo cual corresponde a un 25 % de la superficie estatal.

Unidad de medición

Número de incendios y superficie afectada (hectáreas).

Justificación

La incidencia de incendios forestales afecta la vegetación de bosques, selvas y zonas áridas o semiáridas y aéreas preferentemente forestales, ya sea por causas naturales o inducidas, con una ocurrencia y propagación no controlada o programada. Un incendio forestal puede afectar desde una superficie incipiente hasta miles de hectáreas.

Obtención del indicador

Se consultan las bases de datos de CONAFOR que monitorea anualmente los incendios de los bosques.

Fuente de información

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Frecuencia de medición

Anual.

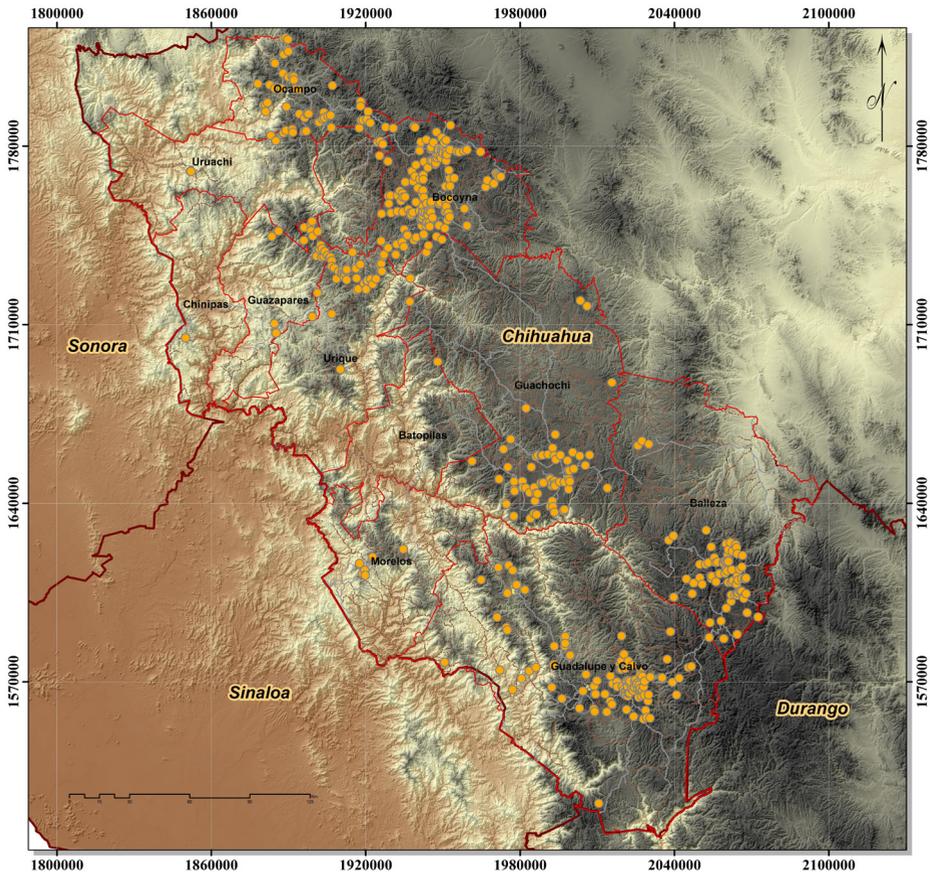
Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal	X	X	X	X

Línea base

Predios con registro de ocurrencia de incendios forestales sobre la Sierra Tarahumara durante el período de 1997 al 2014.



SIMBOLOGÍA

Incendios 2011

Sitios de presencia



Límites

Área de estudio



Límite estatal



Área urbana



Rasgos hidrográficos

Acueducto subterráneo



Acueducto superficial



Canal



Corriente de agua intermitente



Corriente de agua perenne



Cuerpo de agua



Altitud del área de estudio

3286 msnm



159 msnm

Vías de comunicación

Calle



Camino



Carretera



Vía férrea sencilla



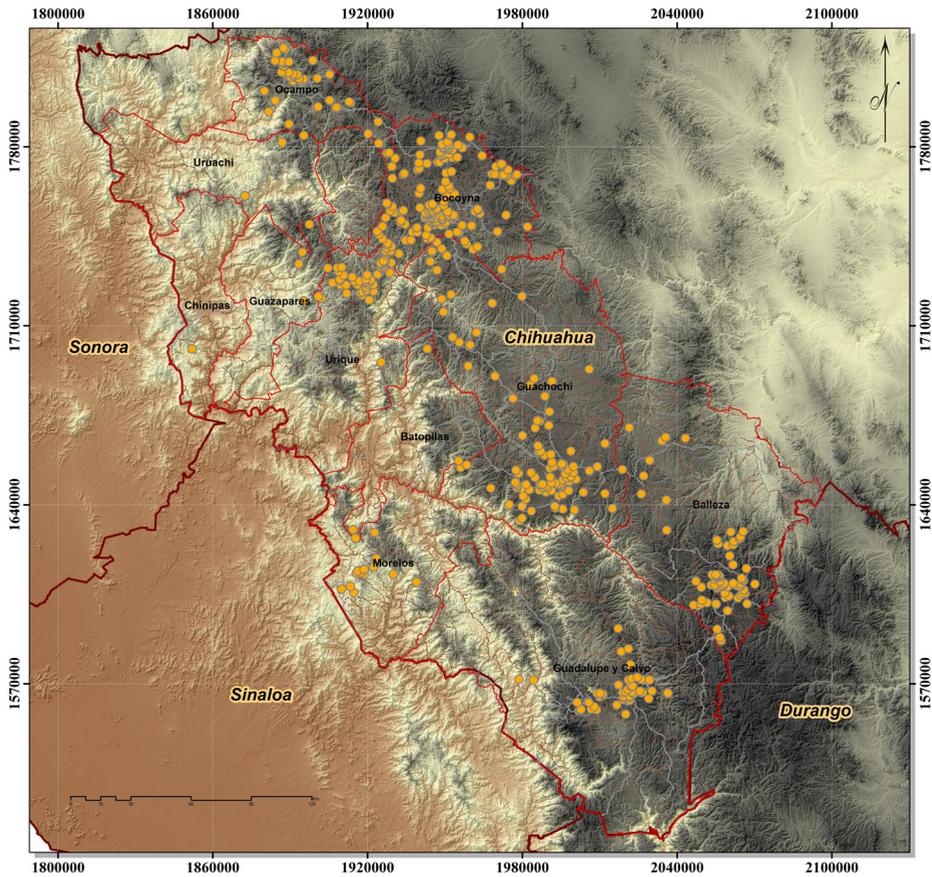
Referencia cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Conica Conforme de Lambert

Proyección: cónica Conforme de Lambert

Datum: ITRF 1992

Figura 3. Línea base de registros de incendios ocurridos y registrados durante el 2011.



SIMBOLOGÍA

Incendios 2012

Sitios de presencia ■

Límites

Área de estudio
 Límite estatal
 Área urbana

Rasgos hidrográficos

Acueducto subterráneo
 Acueducto superficial
 Canal
 Corriente de agua intermitente
 Corriente de agua perenne
 Cuerpo de agua

Altitud del área de estudio

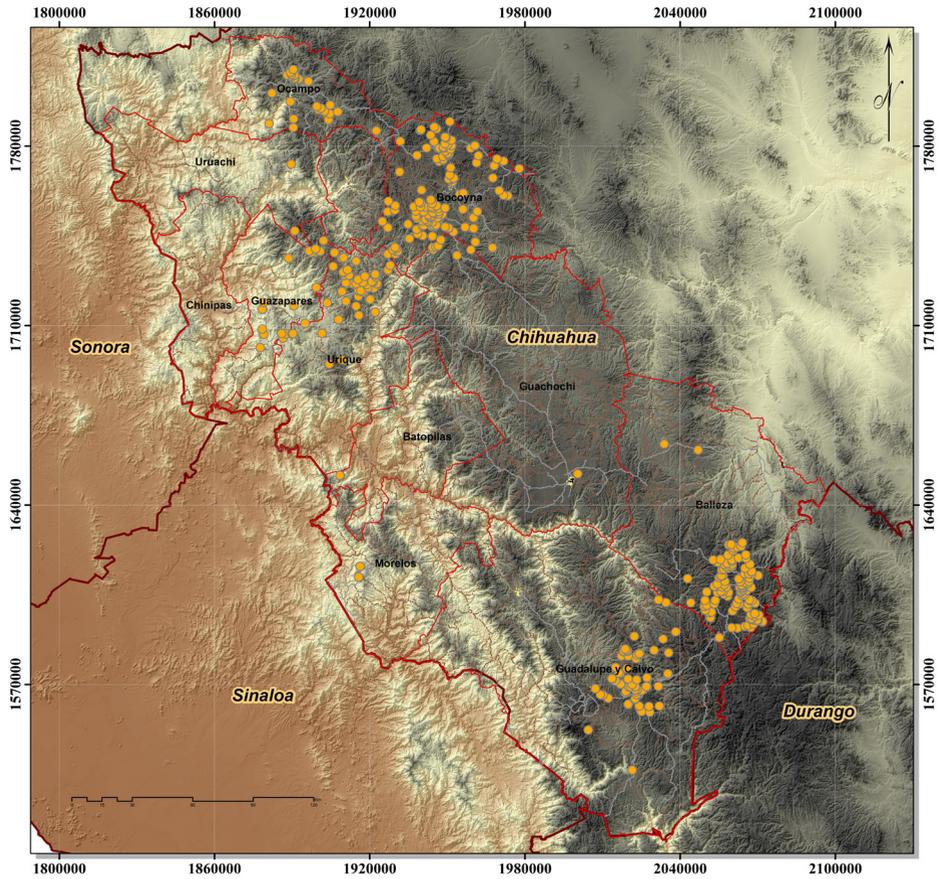
3286 msnm
 159 msnm

Vías de comunicación

Calle
 Camino
 Carretera
 Vía férrea sencilla

Referencia cartográfica:
 Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 4. Línea base de registros de incendios ocurridos y registrados durante el 2012.



SIMBOLOGÍA

Incendios 2013

Sitios de presencia



Límites

Área de estudio



Límite estatal



Área urbana



Rasgos hidrográficos

Acueducto subterráneo



Acueducto superficial



Canal



Corriente de agua intermitente



Corriente de agua perenne



Cuerpo de agua



Altitud del área de estudio

3286 msnm



159 msnm

Vías de comunicación

Calle



Camino



Carretera



Vía férrea sencilla



Referencia cartográfica:
 Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Conica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 5. Línea base de registros de incendios ocurridos y registrados durante el 2013.

ASERRADEROS

El indicador de Aserraderos es un tema que compete a la industria maderera, tanto de pequeña escala como la de mayores dimensiones. En este sentido, como indicador ambiental o ecológico es importante considerarlo. Para los países en vías de desarrollo como México, las industrias forestales son con frecuencia un eslabón fundamental para mejorar el nivel económico y social de las comunidades rurales. Además, su impacto sobre el ecosistema donde se establece es de prioridad para atender la relación de producción y conservación del bosque.



Figura 1. Aserradero en el municipio de Bocoyna, Chihuahua.

Su importancia como industria se establece en la producción de madera aserrada para atender el abastecimiento local, mantener el consumo de los productos locales, limitando las importaciones de madera, además, trae consigo beneficios en el empleo local de las zonas rurales y probables ganancias para la comunidad (FAO, 1982).

De acuerdo con datos de la FAO, la contribución del sector forestal en la economía no se ve reflejada en la contribución del Producto Interno Bruto (PIB). En México es inferior al 1 %, a pesar de contar con gran superficie forestal de bosques naturales. El cuadro 1 presenta información de Latinoamérica con respecto a su aportación al PIB.

Cuadro 1. Contribución del sector forestal al Producto Interno Bruto (PIB) por país.

País	Contribución al PIB (%)	Fuente
México	0.81	Torres, 2004
Guatemala	2.56	Castillo, 2001
Honduras	3.10	Benitez y Valdez, 2002
Nicaragua	<1	Araquistáin, 2003
Salvador	0.72	Cuellar, 2003
Belice	1.60	Depto. Forest. Belice 2004
Costa Rica	0.87	ONF, 2002
Panamá	0.50	FAO, 2001

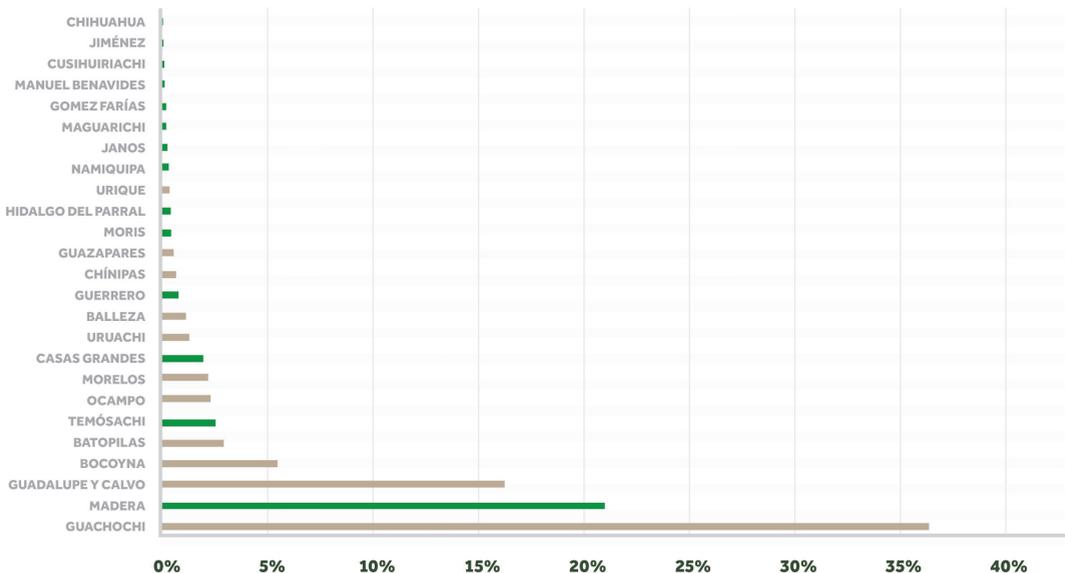
Fuente: FAO

En México la Población Económicamente Activa (PEA) que percibe sueldos de las actividades derivadas de la silvicultura y el aprovechamiento forestal es solamente del 0.36 %. Correspondiendo a 98,000 empleos en actividades que competen a la silvicultura y el aprovechamiento, mientras 496,515 empleos a la industria forestal como tal. (FAO, 2005).



Figura 2. Aserradero en la localidad de San Juanito, Municipio de Bocoyna, Chihuahua. Principales actividades económicas de la región.

De acuerdo con el séptimo censo agropecuario de 1991 sobre los productos maderables en el estado de Chihuahua, existían 1,612 unidades de producción rurales con explotación de productos maderables, las cuales obtuvieron un volumen total de 2,039,849 m³. De esta cantidad, el 86.7 % corresponde a madera de pino; 10.2 % de encino y el 3.1 % restante es madera de otras especies. Guachochi, Madera, Guadalupe y Calvo, Bocoyna y Batopilas son los municipios con los mayores índices de explotación de madera de pino, contribuyendo con el 89.0 % del total obtenido en el estado.



Gráfica 1. Volumen de pino con los mayores porcentajes por municipio. En color café municipios del proyecto Tarahumara Sustentable.

Cuadro 2. Volúmenes obtenidos de productos maderables según especie, por municipio con los mayores volúmenes.

Municipios Chihuahua	TOTAL		PINO	ENCINO	OTRAS
	Número	Volumen (m ³)			
	1,612	2,039,849	1,796,095	207,251	63,504
Guachochi	178	738,430	688,514	44,443	5,446
Madera	72	425,541	414,110	8,066	3,365
Guadalupe y Calvo	207	338,168	319,467	11,556	7,145
Bocoyna	47	108,253	106,140	72	40
Batopilas	87	57,203	218	52,447	4,537
Temósachi	77	53,591	44,953	3,229	5,409
Ocampo	24	48,134	44,597	3,471	71
Morelos	68	45,541	14,050	29,683	1,808
Casa Grandes	29	39,861,	29,021	0	10,840
Uruachi	10	26,437	25,946	491	0
Balleza	40	25,483	23,422	1,657	404
Guerrero	31	17,629	16,426	1,202	1
Chinipas	205	16,847	103	12,507	4,237
Guazapares	242	15,308	841	12,809	1,658
Moris	52	11,976	8,600	3,376	0
Hidalgo del Parral	7	11,955	0	8,541	3,414
Urique	11	10,026	10,026	0	0
Namiquipa	14	8,415	6,045	1,613	7573
Janos	29	8,004	4,263	2,234	1,507
Maguarachi	8	7,992	7,872	0	121
Gómez Farías	6	6,532	2,100	4,368	65
Manuel Benavides	4	3,907	0	0	3,907
Cusiuhiriachi	16	2,577	0	784	1,793
Jiménez	8	2,552	0	28	2,524
Chihuahua	4	1,941	0	1,899	45
Resto de municipios	136	7,546	361	2,774	4,411

FUENTE: INEGI, VII Censo Agropecuario, 1991.

Datos reportados por Madrid y Barrera, (2008) y de acuerdo con SEMARNAT, de los 7.8 millones de hectáreas de bosque con que cuenta Chihuahua, 4.7 millones se encuentran bajo un plan de aprovechamiento forestal. El 14 % del área bajo aprovechamiento autorizado es propiedad privada y el otro 86 % es propiedad de ejidos, comunidades y colonias. La superficie de corta anual es de 129 mil hectáreas.

La Gráfica 2 presenta el número de aserraderos que están distribuidos en los 12 municipios de la Sierra Tarahumara.

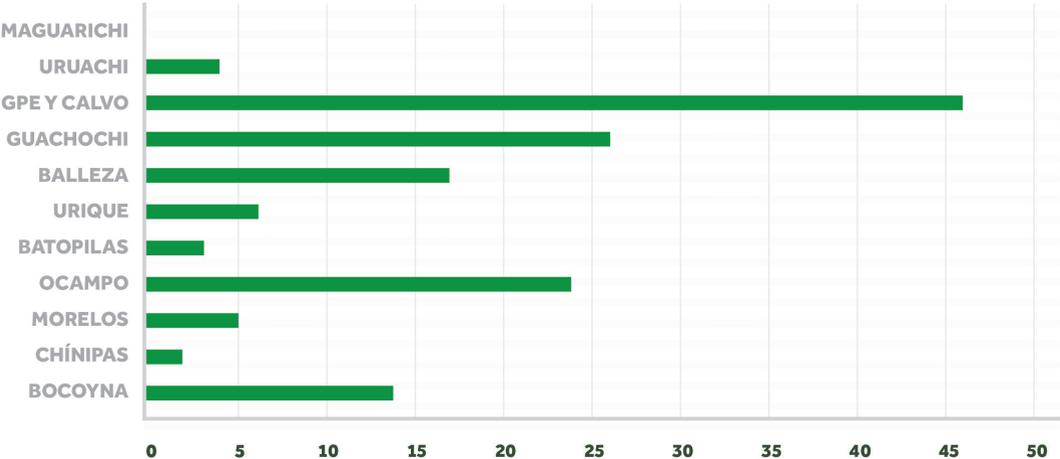


Gráfico 2. Número de aserraderos en los 11 municipios de la Sierra Tarahumara, objeto de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable.

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador tiene el objetivo de compilar la información relevante de la ubicación espacial y el número de aserraderos presente en la región de la Sierra Tarahumara. Su importancia radica en el impacto local donde se establece: las comunidades tienen que enfrentar problemas de manejo de los aserraderos producto de la venta de la madera, de previsión de necesidades económicas, transparencia en la gestión y rendimiento de cuentas, equidad y desarrollo social; temas que pueden abordarse identificando la distribución de los aserraderos en cada municipio, además de proporcionar información base para mantener un sistema que provea información actualizada de la producción maderable en el estado.

Metodología

Generar una base de datos sobre la distribución espacial de los aserraderos, así como de información complementaria, es relativamente simple. La consulta de información oficial es la base para obtenerlo, por lo general la dirección forestal de gobierno local, SEMARNAT o dependencias federales llevan los registros oficiales del establecimiento de un aserradero. Sin embargo, existen otras fuentes, como estudios de investigación de académicos, Organismos No Gubernamentales (ONG), entre otros, que pueden aportar información valiosa para complementar la base de datos.

Los registros deberán de contar con la coordenada que proporcione la localización, acompañada de los datos complementarios al registro, tales como nombre del propietario, capacidad de asierre, tipo de aserrió, entre otra. Toda la información que se considere necesaria para identificación del mismo.

ASERRADEROS						
FID	SHAPE	Coordenada X	Coordenada Y	Estatus	Código	Nombre
0	Point	243968	3099113	ACTIVO	T08009AM001	Maderas Río Azul
1	Point	244557	3098987	ACTIVO	T08009CAV002	Maderas de Agua Fria
2	Point	245967	3099887	ACTIVO	T08009CIV001	Maderas Cisneros
3	Point	244977	3101141	ACTIVO	T08009DM001	Victoriano Díaz Márquez
4	Point	244265	3099515	ACTIVO	T08009EAR001	Maderas y Habilitados de la Sierra
5	Point	240055	3071088	ACTIVO	T08009GOP002	Guillermo Gonzalez Perez
6	Point	244018	3097679	ACTIVO	T08009HEE022	Ramón Heredia Estrada
7	Point	242578	3095270	ACTIVO	T08009JAG002	Dimensionados Jaime
8	Point	244786	3100508	ACTIVO	T08009JUS002	Noel Jurado Sánchez
9	Point	254543	3075606	ACTIVO	T08009LAG001	Comunidad la Laguna
10	Point	244494	3099388	ACTIVO	T08009LOG001	Filiberto López Gonzalez
11	Point	242717	3096081	ACTIVO	T08009MAD001	Sociedad Maderera SA de CV
12	Point	240261	3072869	ACTIVO	T08009MEM001	Oscar Efraín Mendoza Mendoza
13	Point	244805	3899897	ACTIVO	T08009MPF001	Maquiladora de Productos Forestales de San Juanito SA de CV

Figura 3. Información consultada del registro de aserraderos del gobierno local.

Una vez obtenida la información y actualizada con otros registros, la base de datos es procesada en un programa de Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales ya existen muchos en la Red, desde software libre hasta de paga. Los datos de estructura tabular son convertidos a base espacial. Uno de los formatos más empleados es el archivo Shapefile registrado por la empresa ESRI®.

El resultado se puede observar en la Figura 4, donde se muestra la ubicación de los aserraderos en los 12 municipios de la Sierra Tarahumara.

LITERATURA CITADA

- FAO-ONU. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1982. Aserraderos pequeños y medianos en los países en desarrollo. Guía para su planificación y establecimiento. Roma. Pag. 1-179.
- FAO, 2005. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América, Latina. Informe subregional Centroamérica y México. Departamento forestal, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Pag. 1-98.
- Torres R. J. M. 2004. Informe Nacional México. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020. Secretaría de Medio Ambiente y recursos Naturales (SEMARNAT). FAO. 85 págs.
- Castillo, S. 2003. Tendencias y perspectivas para el subsector forestal nacional. Servicio nacional de desarrollo y administración forestal (SEDENAF), Autoridad Nacional del Ambiente. Ciudad de Panamá, Panamá. 120 págs.
- Departamento Forestal de Belice. 2004. Informe Nacional Belice. Departamento Forestal de Belice y FAO. Belice. 35 págs.
- INEGI, 1995. Atlas agropecuario. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México, Pag. 1-83.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Aserraderos

Descripción breve

En el aspecto social y económico, este indicador es importante debido a que el ingreso de las familias de las regiones forestales depende casi totalmente de su empleo en estas industrias. Como indicador ambiental, por su impacto en los procesos de fragmentación, incidencia de incendios y contaminación hidrológica y ambiental.

Unidad de medición

Número de aserraderos.

Justificación

Las industrias del aserrío están sujetas a la interacción de un sinnúmero de variables y su desarrollo está influenciado directamente por la disponibilidad de la materia prima, por la evaluación de la demanda de los productos y de la disposición de absorber cambios técnicos. La demanda de madera de calidad está relacionada con la disponibilidad de materia prima de buena calidad. Esta variable es un factor de presión por la corta de árboles de especies de pino.

Obtención del indicador

Registros de aserraderos acreditados por los organismos del gobierno como SEMARNAT, PROFEPA CONAFOR, y los programas de manejo forestal y estudios regionales.

Fuente de información

Programas de Manejo Forestal Maderable. Se pueden obtener con los Prestadores de Servicios Técnicos Forestales o en las oficinas de la SEMARNAT y CONAFOR.

Frecuencia de medición

Anual.

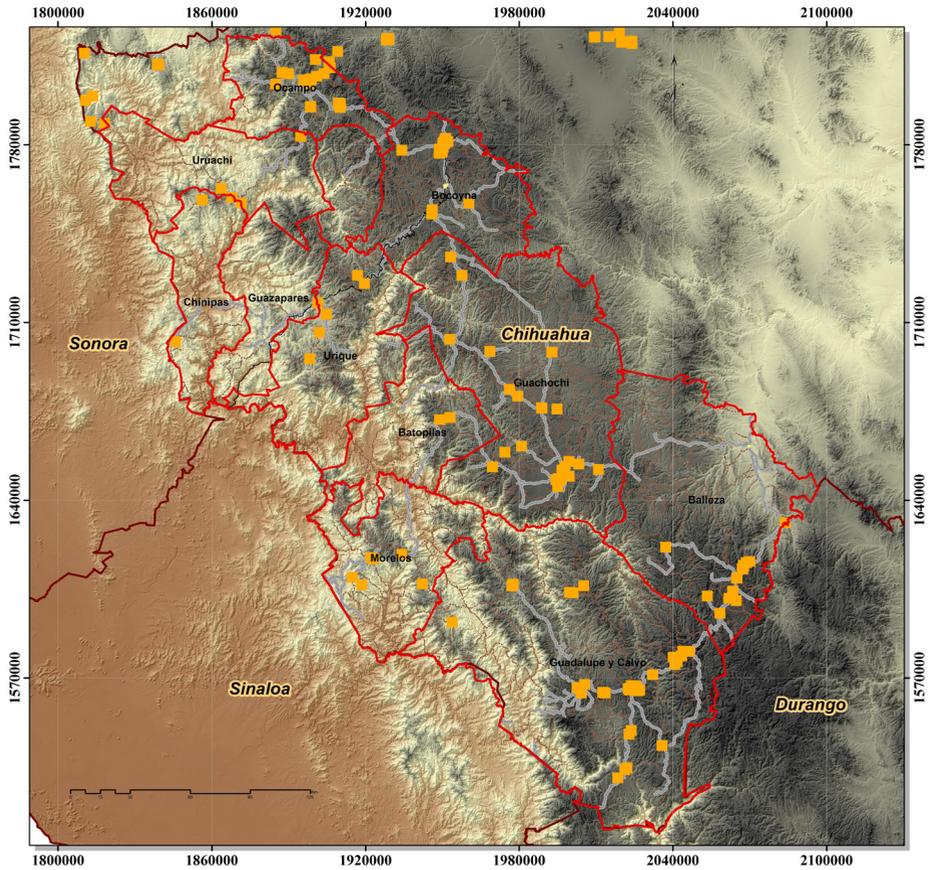
Alcance del indicador

Cuadro 3. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal, Socioeconómico	X	X	X	X

Línea base

La información puede ser consultada en los programas de manejo forestal maderable, en las bases de datos de SEMARNAT, CONAFOR, así como la Dirección de Desarrollo Forestal de la Secretaría de Desarrollo Rural de Gobierno del Estado.



SIMBOLOGÍA

Aserraderos

Aserraderos



Límites

Área de estudio
 Límite estatal
 Área urbana



Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua



Altitud del área de estudio

3286 msnm

159 msnm



Vías de comunicación

Calle
 Camino
 Carretera
 Vía férrea sencilla



Referencia cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 4. Número de aserraderos presentes en el área de estudio de los 12 municipios de la Sierra Tarahumara.

PROPORCIÓN DE SUPERFICIE DE BOSQUE PRODUCTIVO BAJO MANEJO

México cuenta con aproximadamente 64 millones de hectáreas de bosque de clima templado y selvas que abarcan el 32 % del territorio nacional. Tales recursos son de gran importancia para el país desde el punto de vista social, económico y ambiental. Alrededor del 80 % de los bosques y selvas del país se encuentra bajo el régimen de propiedad social, constituidos en alrededor de 8,500 núcleos agrarios. Las poblaciones que constituyen estos núcleos agrarios están vinculadas directamente con los recursos forestales para la obtención de sus principales satisfactores (FAO, 2006)

PRODUCCIÓN FORESTAL MADERABLE NACIONAL

En el país existen 7.4 millones de hectáreas incorporadas al manejo forestal que sustentan la producción forestal maderable, la cual fue de 5.9 millones de metros cúbicos de madera en rollo (m^3r) durante 2012, frente a un consumo aparente de 17.9 millones de m^3r en ese mismo año, lo cual significa que la producción maderable nacional abasteció en 2012 el 33 % del mercado interno (Figura 1).

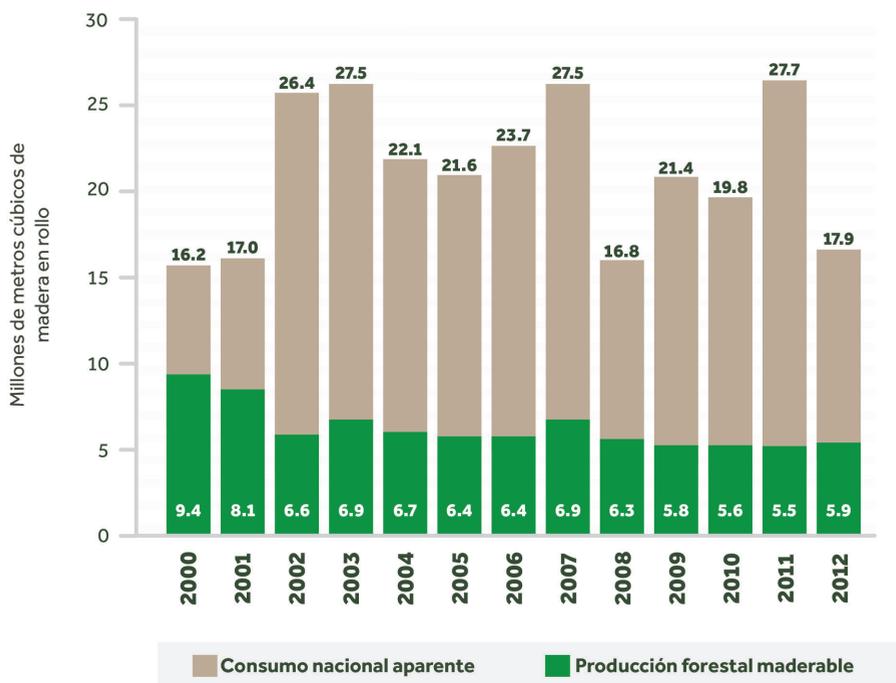


Figura 1. Comparativo de producción/consumo aparente forestal 2000/2012. Fuente: SEMARNAT. Anuario Estadístico de la Producción Forestal. México, 2013. Consultado:http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342498&fecha=28/04/2014.

Durante el periodo 2007-2016 la producción forestal maderable ha fluctuado, iniciando con 7.0 millones de metros cúbicos rollo (m^3r) en 2007 y finalizando con 6.7 millones de m^3r en 2016. En esta década la producción alcanzó un aumento en los años 2012, 2013, 2015 y 2016, reportando 5.9, 6.0, 6.1 y 6.7 millones de m^3r , respectivamente, lo que representa incrementos del 7.4 %, 0.8 %, 8.1 % y 9.7 % respectivamente en relación al año anterior. Adicionalmente, en los años 2010 y 2011 se registraron las más bajas producciones durante el periodo, donde se obtuvo un volumen de 5.6 y 5.5 millones de m^3r , respectivamente, con una disminución del 3.1 % y 2.2 % en relación al año anterior. Para 2016, la producción forestal maderable tuvo un incremento del 9.7 % en relación a 2015 (SEMARNAT, 2016).

Los principales estados productores en 2016 fueron: Durango (35.1 %), Chihuahua (13.2 %), Veracruz (7.8 %), Michoacán (6.7 %) y Oaxaca (5.9 %) que contribuyeron con el 68.6 % de la producción total, equivalente a 4.6 millones de m^3r . Cabe resaltar que los dos estados con mayor producción tuvieron una participación conjunta del 48.3 % de la producción forestal maderable total (SEMARNAT, 2016).



Figura 2. Bosques de pino que determinan la productividad forestal madera en la Sierra Tarahumara.

De acuerdo con un estudio llevado a cabo por Azarcoya, la Sierra Tarahumara tiene una superficie forestal total de 7,587,27 ha; las tierras forestales públicas tienen una superficie de 3,722 ha; y los 1,187 lotes de propiedad privada abarcan una superficie de 793,384 ha. La propiedad colectiva se divide en colonias, comunidades indígenas y ejidos. Las colonias comprenden 17 predios cuya superficie suma 262,462 ha. Las comunidades indígenas son 36 y se encuentran en una superficie de 533,261 ha. Los ejidos son 360 y su superficie total es de 5,994,308 ha. El sistema de tenencia de la tierra forestal más importante es el ejido, y los tres sistemas sociales mencionados cubren la mayor parte de la superficie forestal de la región. La superficie forestal restante son tierras públicas y privadas.

SUPERFICIE BAJO MANEJO

La SEMARNAT reporta que, de los 7.4 millones de hectáreas de bosque con que cuenta Chihuahua, 4.7 millones se encuentran bajo un plan de aprovechamiento forestal. El 14 % del área bajo aprovechamiento autorizado es propiedad privada y el otro 86 % es propiedad de ejidos, comunidades y colonias. La superficie de corta anual es de 129 mil hectáreas (Madrid y Barrera, 2006).

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

Con base en la cartografía de potencial productivo de bosques templados generada por Martínez (2008) para el estado de Chihuahua, se obtendrán las superficies productivas para la zona y con base en los programas de manejo forestal autorizados por SEMARNAT se podrá obtener la superficie productiva bajo manejo. El Cuadro 1 presenta la información relacionada con la superficie forestal productiva y la superficie forestal bajo manejo, de acuerdo con información cruzada de SEMARNAT y Martínez, 2008.

Cuadro 1. Superficie forestal productiva versus la superficie forestal bajo manejo en la Sierra Tarahumara.

Municipios	Superficie forestal productiva (ha)	Superficie forestal bajo manejo (ha)	Índice
Balleza	427,581	31,784	13.45
Batopilas	117,312	2,345	50.03
Bocoyna	219,706	53,339.2	4.12
Chínipas	70,292	15,607	4.50
Guachochi	535,381	83,212.28	6.43
Guadalupe y Calvo	755,984	112,207.6	6.74
Guazapares	114,240	27,789	4.11
Maguarichi	87,728	6,910.87	12.69
Morelos	187,556	19,613	9.56
Ocampo	138,227	70,286	1.97
Urique	195,279	39,392	4.96
Uruachi	111,955	3,891	28.77

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Proporción de superficie de bosque productivo bajo manejo.

Descripción breve

Este indicador aplica para la zona conocida como área de productividad, la cual debe estar distribuida en las zonas de medio y alto potencial productivo de acuerdo con la cartografía generada por Martínez y colaboradores (Martínez et al., 2006) o por alguna otra desarrollada a nivel local como el caso de los Programas de Manejo Forestal. Cuantifica qué superficie con características de medio y alto potencial se encuentra con actividades de manejo y aprovechamiento maderable y no maderable.

Unidad de Medición

Porcentaje de superficie por municipio (Superficie forestal productiva ha/Superficie forestal productiva bajo manejo ha).

Justificación

El proceso de manejo forestal en los bosques ha ido evolucionando y en él se han incorporado diversas prácticas para su cultivo; sin embargo, no ha existido un control total sobre el uso y manejo de los recursos forestales, por lo que diversos disturbios naturales e inducidos han generado alteraciones en los ecosistemas, tales como fragmentación de la cubierta forestal, pérdida de biodiversidad, pérdida de suelos y alteraciones en sus características físicas y químicas.

Obtención del indicador

Registros de aserraderos acreditados por los organismos del gobierno como SEMARNAT, PROFEPA CONAFOR, y los programas de manejo forestal y estudios regionales.

Fuente de información

Programas de Manejo Forestal Maderable. Se pueden obtener con los Prestadores de Servicios Técnicos Forestales o en las oficinas de la SEMARNAT y CONAFOR.

Frecuencia de medición

Anual.

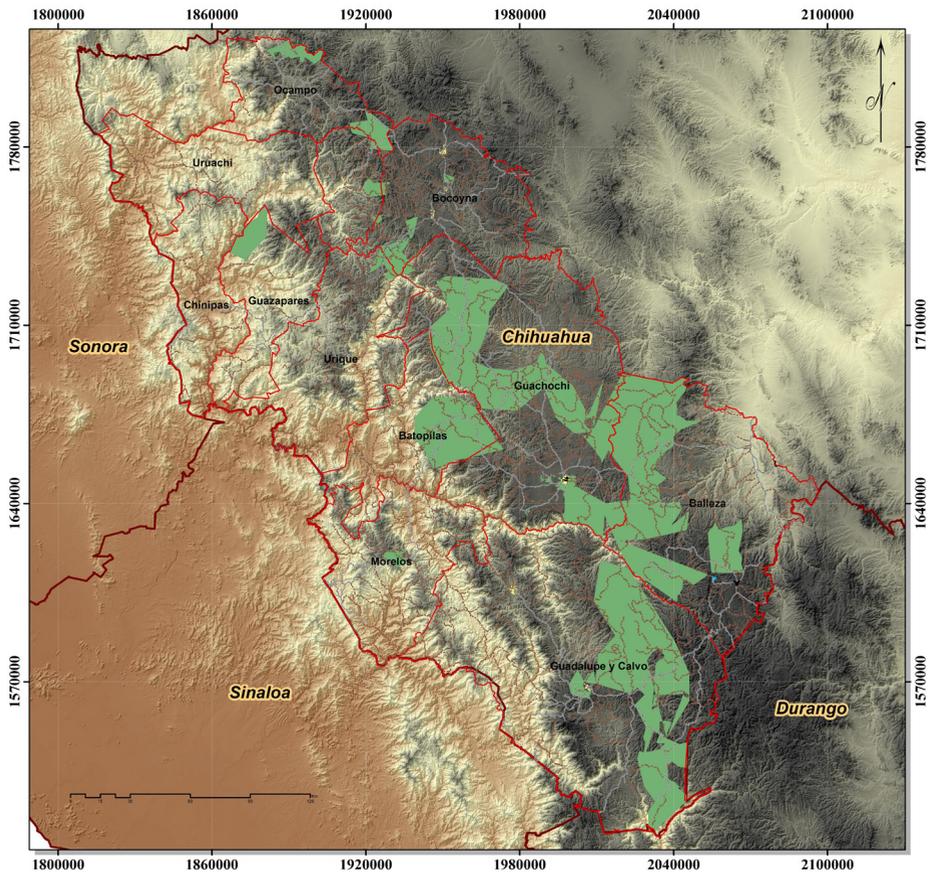
Alcance del indicador

Cuadro 2. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal, Socioeconómico	X	X	X	X

LITERATURA CITADA

- FAO, 2006. Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2006.
- SEMARNAT, 2016. Anuario estadístico de la producción forestal 2016. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, 2016. Pag.217.
- Azarcoya González, B. La Sierra Tarahumara, el bosque y los pueblos originarios: estudio de caso de Chihuahua (México). FAO, 1–44.
- Martínez Salvador-Martin. 2008. Potencial productivo y zonificación forestal para el reordenamiento silvícola en bosques templados. INIFAP Folleto Técnico No. 37. 59 p.
- Martínez S. M., Armendariz O. R., Valdez C. R., Beltrán M. J. 2006. Clasificación de potenciales naturales en los bosques templados del sur de Chihuahua. INIFAP. Folleto técnico No. 35. Chihuahua, México. 33 p.



SIMBOLOGÍA

Programa de manejo 2015

Predios de programa de manejo



Límites

Área de estudio
 Límite estatal
 Área urbana



Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua



Altitud del área de estudio

3286 msnm

159 msnm



Vías de comunicación

Calle
 Camino
 Carretera
 Vía férrea sencilla



Referencia cartográfica:

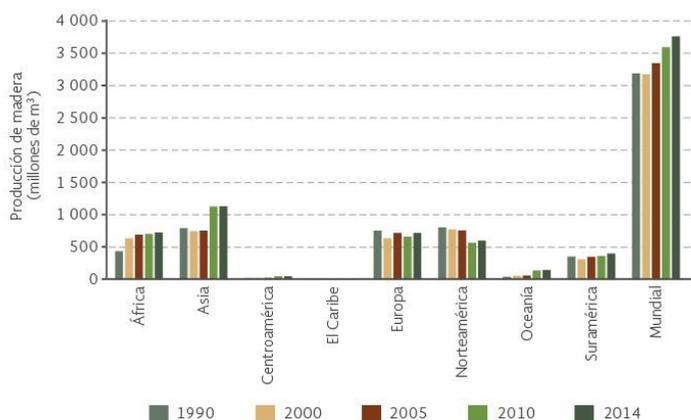
Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 3. Programas de manejo forestal en el periodo 2015 para la Sierra Tarahumara.

COSECHA DE PRODUCTOS DE MADERA EN VOLUMEN Y COMO PORCENTAJE DEL CRECIMIENTO NETO O RENDIMIENTO SOSTENIDO (INCREMENTO MEDIO ANUAL)

ANTECEDENTES DEL SECTOR FORESTAL

La producción, el consumo y el comercio de la mayoría de los productos forestales de América Latina y el Caribe se han incrementado de manera sostenida en los últimos años, principalmente los que se elaboran a partir de maderas de plantaciones forestales. Se ha percibido también un marcado desarrollo de estas plantaciones, en particular un gran aumento de las áreas plantadas, inversiones en tecnología e incremento del capital externo, estudios e investigaciones en este subsector. Por otro lado, la creciente internacionalización de las industrias pertenecientes a este subsector ha logrado que la madera de bosques plantados alcance altos grados de competitividad. Para el caso de los bosques naturales, el aumento de las restricciones para el acceso a los mismos por parte de los gobiernos y el aumento de los costos de explotación, han causado una disminución de la oferta de madera de especies indígenas. Por otro lado, el notable crecimiento de las áreas protegidas ha influido en la disminución de áreas de bosques naturales disponibles para el suministro de madera, en América del Sur principalmente se ha verificado un notable cambio del uso del suelo a causa del aumento de los cultivos agrícolas (soja, caña de azúcar, café, cacao y frutas tropicales tales como bananas y cítricos), monocultivos forestales y actividades ganaderas (<http://www.fao.org/docrep/009/a0470s/a0470s-04.htm>).



Nota:
¹ Incluye madera industrial en rollo y leña.

Fuentes:
 Elaboración SEMARNAT
 FAO, Forest Resources Assessment 2015. FAO, Roma, 2015.
 FAO, FAOSTAT, 2015. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/download/F/FO/S>. Fecha de consulta: octubre de 2015.

Figura 1. Producción maderable mundial de acuerdo con información de la SEMARNAT de 1990 al 2015.

La producción, el consumo y el comercio de la mayoría de los productos forestales de América Latina y el Caribe se han incrementado de manera sostenida en los últimos años, principalmente los que se elaboran a partir de maderas de plantaciones forestales. Se ha percibido también un marcado desarrollo de estas plantaciones, en particular un gran aumento de las áreas plantadas, inversiones en tecnología e incremento del capital externo, estudios e investigaciones en este subsector. Por otro lado, la creciente internacionalización de las industrias pertenecientes a este subsector ha logrado que la madera de bosques plantados alcance altos grados de competitividad. Para el caso de los bosques naturales, el aumento de las restricciones para el acceso a los mismos por parte de los gobiernos y el aumento de los costos de explotación, han causado una disminución de la oferta de madera de especies indígenas. Por otro lado, el notable crecimiento de las áreas protegidas ha influido en la disminución de áreas de bosques naturales disponibles para el suministro de madera, en América del Sur principalmente se ha verificado un notable cambio del uso del suelo a causa del aumento de los cultivos agrícolas (soja, caña de azúcar, café, cacao y frutas tropicales tales como bananas y cítricos), monocultivos forestales y actividades ganaderas (<http://www.fao.org/docrep/009/a0470s/a0470s-04.htm>).

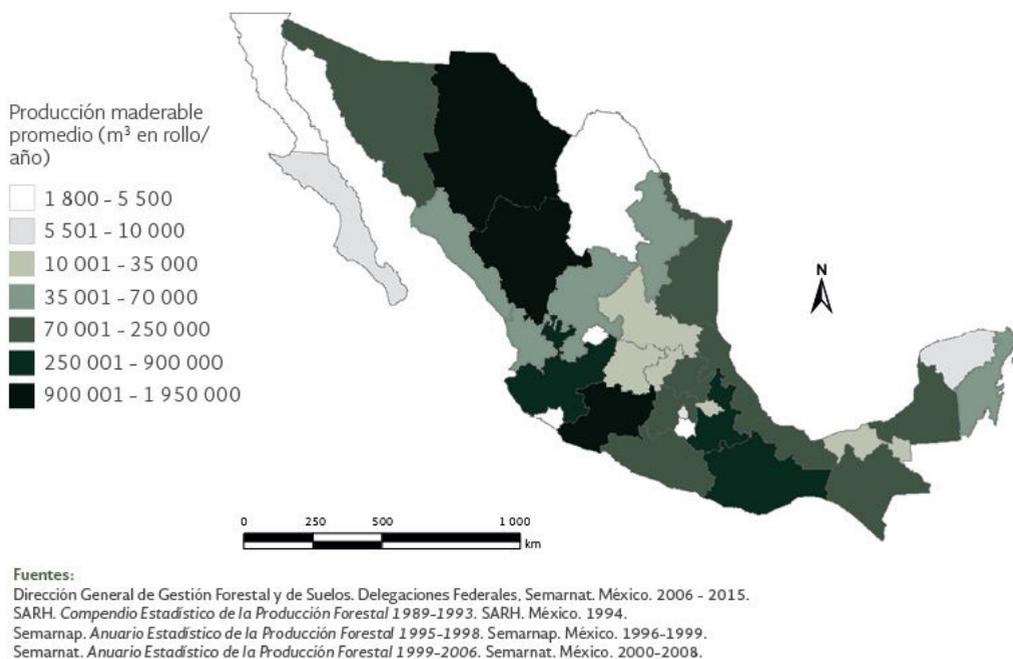


Figura 2. Producción maderable anual promedio por entidad federativa 1990-2015.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Cosecha de productos de madera en volumen y como porcentaje del crecimiento neto o rendimiento sostenido (Incremento Medio Anual).

Descripción breve

Este indicador mide el volumen y el porcentaje de madera cosechada en función del volumen y porcentaje de madera producida anualmente. Genera información para estimar la acumulación o pérdida de capital maderable en el bosque. El manejo forestal en los bosques templados se realiza acotando programas de manejo forestal por ciclos de corta de 10 o 5 años. Este indicador provee información de la cantidad de madera acumulada así como la cantidad de madera extraída en el periodo de tiempo reportado, lo cual permite ajustar la planeación del manejo en términos de sustentabilidad.

Unidad de Medición

m³/ha/(año ó periodo) (Madera rollo total árbol). % (m³ rta cosechada/ m³ rta producida).

Justificación

El Incremento Corriente Anual como medida de incremento maderable en un año y el Incremento Medio Anual como medida de incremento maderable en un periodo determinado. Permiten pronosticar los máximos y mínimos de cosecha de madera, y son herramienta importante para la planeación de los tratamientos silvícolas a aplicar a nivel de rodal.

Obtención del indicador

Programas de Manejo Forestal. Adicionalmente, se deberán generar los modelos de Incremento Corriente Anual e Incremento Medio Anual para las especies Maderables. El gobierno del Estado de Chihuahua cuenta con un informe de biometría forestal en el que incluye ecuaciones de Incremento Maderable para las principales regiones (UMAFOR) del Estado.

Fuente de información

Programas de Manejo Forestal Maderable. Se pueden obtener con los Prestadores de Servicios Técnicos Forestales o en las oficinas de la SEMARNAT y CONAFOR.

Frecuencia de medición

Anual.

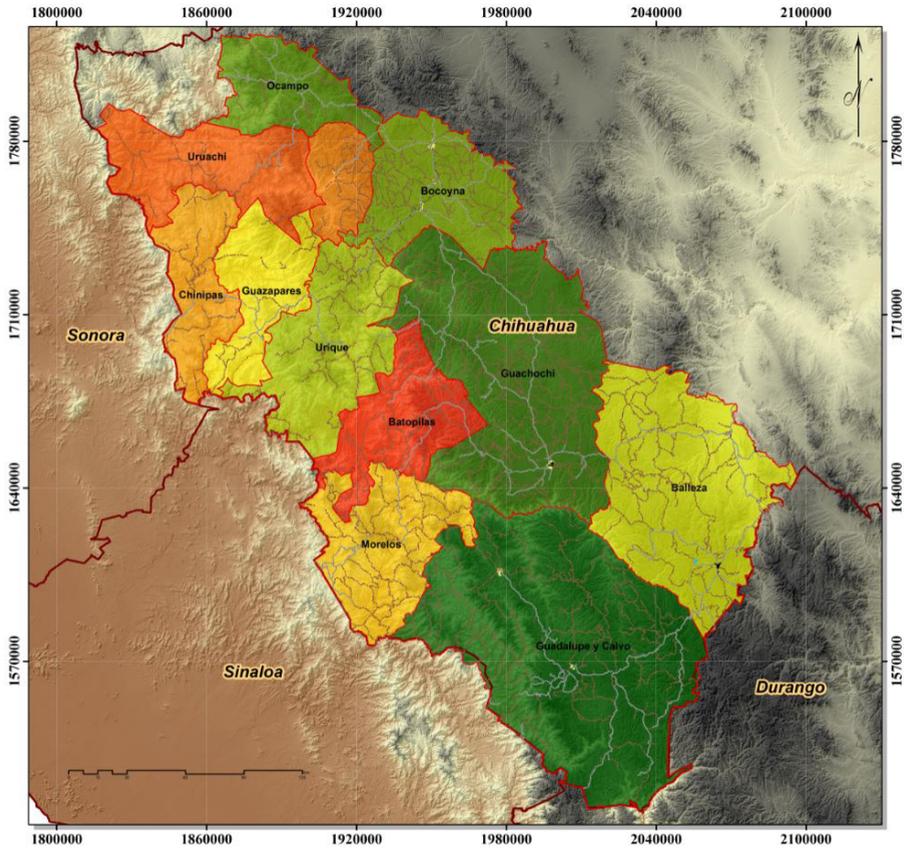
Alcance del indicador

Cuadro 2. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Forestal, Socioeconómico	X	X	X	X

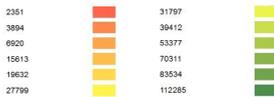
Línea base

Programas de manejo de los predios forestales.



SIMBOLOGÍA

Incremento Medio Anual



Límites



Altitud del área de estudio



Vías de comunicación



Referencia cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 3. Mapa de la distribución espacial del Incremento Medio Anual en los doce municipios de la Sierra Tarahumara.



INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

OBJETIVO

Evaluar el estado de conservación, salud y productividad de los ecosistemas de la Sierra Tarahumara.

- ▲ Índice de rezago social
- ▲ Índice de marginación
- ▲ Índice GINI
- ▲ Índice de desarrollo humano
- ▲ Comunidades indígenas
- ▲ Gobernadores indígenas
- ▲ Acceso de comunidades - hogares al agua saludable y suficiente
- ▲ Tenencia de la tierra
- ▲ Políticas y leyes relacionadas con el bosque

ÍNDICE REZAGO SOCIAL (IRS)

El CONEVAL construyó el Índice de Rezago Social (IRS), incorporando indicadores de educación, acceso a servicios de salud, servicios básicos, calidad y espacios en la vivienda, y activos en el hogar. El IRS es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales (CONEVAL, 2018).

La estimación de este índice tiene como fuente de información la base de datos "Principales Resultados por Localidad, 2005" del II Censo de Población y Vivienda y fue elaborada bajo la técnica estadística de componentes principales, que permite resumir en un indicador agregado las diferentes dimensiones del fenómeno en estudio. El rezago social se calculó a tres niveles de agregación geográfica: estatal, municipal y localidad (CONEVAL, 2018).

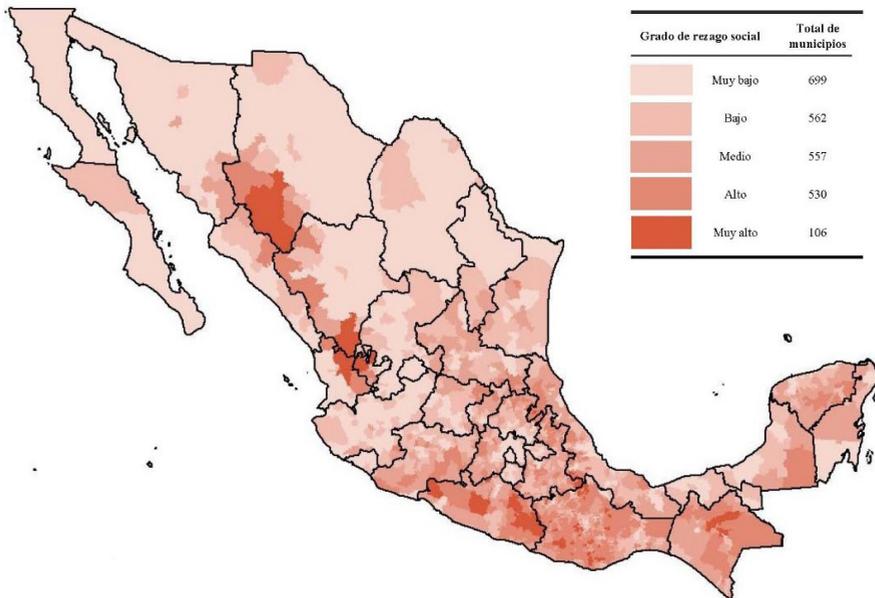


Figura 1. IRS por municipio a nivel nacional

IMPORTANCIA DEL INDICADOR

El indicador de rezago social es de gran importancia para conocer aquellos municipios con mayor rezago social. El indicador resume cuatro principales carencias sociales, las cuales en su identificación y comportamiento en el tiempo y espacio pueden ser atendidas a través de planes y programas, permitiendo una mejor planeación de intervención. El mapeo del rezago social atiende la problemática sobre dónde se encuentran los niveles de la pobreza en distintos espacios socio-geográficos.

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

Para la obtención del indicador se utilizan bases de datos disponibles en línea de distintas instituciones como la del CONEVAL (<http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indexe-de-rezago-social-2005.aspx>) o el INEGI (http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/iter_2010.aspx). El indicador puede obtenerse mediante dos formas sugeridas: 1) por la búsqueda de información y su posterior incorporación a mapas, 2) mediante el cálculo por las técnicas estadísticas sugeridas ya sea a escala local o municipal y su incorporación a mapas.

Para la primera forma, se consultan distintas fuentes oficiales donde se encuentren disponibles bases de datos actualizadas por municipio o localidad. Estas bases de datos son manipuladas en una hoja de cálculo como Microsoft Excel o en un Open Office Calc, donde se organizan los datos para que coincidan con la información vectorial del Marco Geoestadístico Nacional de INEGI. Por otro lado, la segunda forma está dada por obtener los datos por separado de los indicadores de educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda. Una vez obtenidos estos indicadores por cada unidad socio-geográfica en estudio se procede a realizar un cálculo estadístico para sintetizar la información.

En caso de no conseguir la información se usan encuestas para medir la pobreza, como las de ingresos y gastos de los hogares o de medición de los niveles de vida. La encuesta capta de manera detallada la educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda.

OBTENCIÓN DE BASES DE DATOS

La primera parte para el monitoreo del IRS es la obtención de bases de datos de una o varias fechas, dependiendo del objeto de estudio. Una vez obtenida es recomendable homogenizar y simplificar la base de datos donde únicamente encontremos el nombre de los municipios o localidades en estudio, así como también la información del IRS. Cualquiera de las dos metodologías para llegar a la base de datos final del IRS debe estar simplificada.



Población total, pobreza por ingreso, indicadores, índice y grado de rezago social, según municipio, 2005

Municipio	Código	Nombre	Población por ingresos										Indicadores de rezago social									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
08	CHihuahua	08004	Aguilón Serdán	6,212	2.9	4.5	12.6	3.83	4.75	54.47	39.89	38.44	1.90	10.86	4.20	3.01	5.71	23.63	8.96	0.07		
08	Chihuahua	08005	Azoncúa	22,392	13.8	28.8	26.4	7.30	12.63	97.59	24.23	66.79	3.06	11.10	7.20	17.10	10.63	23.09	17.95	0.02		
08	Chihuahua	08006	Bachíniva	5,843	0.4	0.6	1.1	6.32	7.37	77.08	52.99	43.97	1.52	17.87	3.89	20.96	12.15	25.67	17.57	-0.24		
08	Chihuahua	08007	Balleza	16,235	48.9	56.0	72.2	12.40	23.87	81.73	74.11	88.94	47.05	37.72	61.22	69.09	36.62	60.34	66.71	0.34		
08	Chihuahua	08008	Benito Juárez	13,298	57.7	64.7	79.5	16.03	34.77	86.32	89.09	85.32	60.05	69.01	70.07	89.29	67.84	59.20	66.91	0.57		
08	Chihuahua	08009	Bicoyá	29,907	30.3	37.5	57.2	17.02	9.87	66.20	54.37	73.91	10.04	19.26	37.28	64.97	31.10	47.62	56.73	0.39		
08	Chihuahua	08010	Buena Vista	20,533	30.9	35.8	46.5	5.31	9.24	65.32	48.64	57.01	2.81	7.05	1.74	14.16	3.40	14.20	9.08	-0.02		
08	Chihuahua	08011	Camargo	47,209	10.0	17.5	45.0	3.83	4.70	46.84	32.42	43.58	1.12	5.97	3.83	4.06	3.41	15.10	5.99	-0.08		
08	Chihuahua	08012	Carichí	8,377	46.5	52.3	66.8	39.20	40.72	84.10	72.17	77.63	42.24	39.56	40.65	57.31	44.92	47.03	57.86	0.29		
08	Chihuahua	08013	Casa Grande	6,433	0.3	0.4	2.5	4.15	7.35	66.51	46.98	50.65	1.63	26.73	11.63	18.60	10.51	19.91	14.71	-0.07		
08	Chihuahua	08014	Coronado	2,046	11.7	17.6	40.7	6.50	3.68	59.30	35.02	60.45	3.28	11.05	3.80	9.50	1.04	21.93	9.33	-0.12		
08	Chihuahua	08015	Coyame del Sol	1,403	8.5	11.2	31.1	7.71	7.86	74.26	34.42	42.40	1.87	5.92	10.79	4.61	3.98	20.81	8.55	-0.22		
08	Chihuahua	08016	La Cruz	3,453	8.3	12.5	30.4	4.66	4.74	55.25	29.36	33.29	0.95	13.38	1.58	6.53	7.06	17.90	9.38	-0.09		
08	Chihuahua	08017	Cuauhtémoc	134,785	4.8	8.9	27.3	2.98	7.50	54.74	40.78	42.92	0.62	7.83	6.16	4.94	4.50	15.54	8.48	-0.17		
08	Chihuahua	08018	Cuichaco	4,855	12.9	26.5	39.8	5.94	12.94	81.13	63.56	56.46	1.96	8.06	6.38	23.70	5.05	15.57	10.66	-0.24		
08	Chihuahua	08019	Chihuahua	758,791	3.6	7.0	24.7	1.82	2.45	33.60	21.73	24.27	1.08	7.27	2.13	0.84	6.43	15.36	8.07	-0.21		
08	Chihuahua	08020	Chimpa	7,471	44.7	54.4	79.7	16.36	10.40	75.71	70.61	63.16	70.99	32.79	45.19	80.96	26.04	51.48	81.63	0.35		
08	Chihuahua	08021	Delicias	327,213	6.4	11.8	24.2	3.07	3.45	41.12	28.05	24.88	1.95	5.12	1.94	1.11	3.06	18.70	5.49	-0.12		
08	Chihuahua	08022	Dr. Beltrán Domínguez	2,608	11.9	16.8	35.8	6.31	6.82	76.26	38.89	74.38	2.51	8.22	3.20	6.31	2.17	19.52	4.57	-0.45		
08	Chihuahua	08023	Galeana	3,774	1.4	2.1	4.9	4.45	6.46	64.97	46.15	60.50	0.76	4.11	1.84	7.03	3.14	14.18	9.85	0.00		
08	Chihuahua	08024	Santa Isabel	4,820	9.2	14.2	34.3	3.44	6.04	66.76	44.62	59.58	1.99	6.06	4.25	6.15	2.62	20.25	6.24	-0.17		
08	Chihuahua	08025	Gómez Farías	7,583	0.1	0.2	1.0	1.14	7.06	66.71	40.59	48.15	1.24	10.67	0.62	19.02	3.07	13.69	7.73	-0.20		
08	Chihuahua	08026	Guanajuato	3,092	80.6	13.7	34.8	5.97	5.41	77.22	46.77	42.63	3.28	10.36	3.38	13.03	2.36	19.69	4.36	-0.27		
08	Chihuahua	08027	Gusochi	45,881	52.0	58.6	73.5	31.06	20.40	75.05	68.14	67.42	37.57	40.45	60.96	74.77	54.88	82.64	74.34	0.53		
08	Chihuahua	08028	Guadalupe	9,148	12.5	17.9	37.6	5.54	7.33	67.81	54.24	54.82	2.87	8.10	4.26	24.01	6.08	24.89	11.94	0.30		
08	Chihuahua	08029	Guadalupe y Calvo	51,864	54.3	61.8	78.2	24.88	16.02	81.50	77.75	75.11	39.99	29.18	73.47	67.45	53.42	90.76	82.56	0.49		
08	Chihuahua	08030	Guazapa	8,010	47.7	56.0	74.8	24.61	16.07	80.90	74.20	57.09	70.86	28.05	50.52	74.20	37.82	85.35	79.50	0.39		
08	Chihuahua	08031	Guerrero	97,149	6.8	13.4	4.4	7.71	7.11	70.21	54.40	64.81	3.95	8.85	11.93	29.90	12.27	36.75	23.00	-0.02		
08	Chihuahua	08032	Hidalgo del Parral	103,919	7.2	13.1	38.2	3.00	2.68	62.51	24.57	35.85	2.40	5.09	2.35	1.23	4.10	18.97	7.59	-0.13		
08	Chihuahua	08033	Hojaltema	1,039	27.2	39.9	60.1	10.89	4.85	74.64	51.97	56.17	11.44	36.00	12.75	20.59	7.84	48.37	23.86	-0.02		
08	Chihuahua	08034	Ignacio Zaragoza	6,021	0.2	0.4	1.7	4.54	9.39	73.68	53.37	59.59	1.50	6.79	2.90	21.71	4.44	14.81	9.09	-0.11		
08	Chihuahua	08035	Jenes	8,113	19.8	19.2	39.0	4.04	16.35	74.40	59.22	78.59	2.02	16.88	13.90	7.94	9.14	17.51	11.40	-0.12		
08	Chihuahua	08036	Jiménez	40,467	13.5	22.3	51.8	5.22	4.51	45.96	29.82	45.93	3.18	8.17	4.00	8.43	9.37	19.70	9.53	-0.01		
08	Chihuahua	08037	Jullimes	1,113,138	4.9	9.7	31.4	2.46	4.40	44.79	37.30	34.38	4.40	2.62	1.49	7.99	21.70	10.91	0.02			
08	Chihuahua	08038	Jullimes	4,507	7.7	12.1	30.2	5.19	6.39	69.80	47.64	47.57	2.79	8.83	1.32	6.74	2.56	11.93	4.11	-0.12		
08	Chihuahua	08039	La Parí	1.3	1.2	21.1	1.6	1.54	4.28	51.86	31.28	32.76	0.60	1.56	1.62	5.14	18.62	10.55	-0.17			
08	Chihuahua	08040	Madera	32,031	14.0	23.9	50.4	7.22	6.88	66.14	50.28	55.76	7.56	5.81	9.25	40.69	46.29	23.30	22.63	0.01		
08	Chihuahua	08041	Magariños	2,116	43.3	55.6	73.2	22.52	12.79	78.69	72.70	72.78	66.29	37.99	43.94	82.39	44.51	86.74	84.66	0.68		
08	Chihuahua	08042	Manuel Benavides	1,600	10.8	13.7	35.2	6.78	13.46	77.21	54.46	64.69	1.67	11.41	16.09	8.15	11.41	29.53	18.35	-0.24		
08	Chihuahua	08043	Maturín	5,166	10.1	14.6	37.0	6.18	5.40	64.61	41.74	61.88	4.67	6.74	4.27	24.44	44.51	36.41	14.24	-0.19		

Figura 2. Bases de datos de fuentes oficiales.

Es importante contar con un sistema de información geográfica, ya sea ArcGIS (<https://www.arcgis.com/features/index.html>), o QGIS (<https://www.qgis.org/es/site/>). Estos sistemas permitirán llevar a cabo el mapeo de la información. Para mapear la información, se requiere contar con la delimitación de los municipios o con la información puntual de las localidades. Esta información es posible obtenerse mediante la información que ofrece el Marco Geoestadístico Nacional de INEGI, versión 2017 (http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx).

Conoce la [versión Beta](#) de nuestro Sitio

Ir a sitio Beta

INEGI
INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

México

Inicio | Contacto | Siguenos: [RSS](#) [Twitter](#) [Facebook](#) [YouTube](#) [LinkedIn](#)

Estadística ▾ Geografía ▾ Investigación ▾ Productos y Servicios ▾ Acerca del INEGI ▾

Inicio > Geografía > Geoestadística >

IR

Marco Geoestadístico Nacional



Marco Geoestadístico Nacional

Datos vectoriales - descarga



Presentación

El Marco Geoestadístico es un sistema único y de carácter nacional, diseñado y creado por el INEGI en 1978, para referenciar correctamente la información estadística de los censos y encuestas con

- ▶ Marco Geoestadístico, febrero 2018
[Marco Geoestadístico - Datos vectoriales](#)
- ▶ Marco Geoestadístico, diciembre 2017
[Marco Geoestadístico - Datos vectoriales](#)
- ▶ Marco Geoestadístico, junio 2017
[Marco Geoestadístico - Datos vectoriales](#)
- ▶ Marco Geoestadístico, junio 2016
[Marco Geoestadístico - Datos vectoriales](#)
[Cartografía geoestadística urbana - Datos vectoriales](#)
- ▶ Marco Geoestadístico 2014 versión 6.2 (DENUE 01/2015)
[Marco Geoestadístico - Datos vectoriales](#)
[Metadato](#)
[Cartografía geoestadística urbana - Datos vectoriales](#)
- ▶ Marco Geoestadístico 2013 versión 6.0 (Inventario Nacional de Viviendas 2012)
[Marco Geoestadístico - Datos vectoriales](#)

Figura 3. Imagen del sitio web marco geoestadístico nacional.

MAPEO

El mapeo suele llevarse a cabo mediante la unión o relación entre bases de datos del Marco Geoestadístico Nacional y las bases de datos públicas o generadas por el usuario. Esta unión o relación se lleva a cabo mediante los sistemas de información geográfica. Posterior a la unión de información para su presentación se recomienda caracterizar mediante colores graduados o cualquier otro estilo la información, con esto se puede observar en una escala de menor a mayor la situación socio-geográfica de la Sierra Tarahumara.

Esta información es importante para identificar aquellos municipios en situación de mayor rezago. La distribución socio-geográfica es crucial para tomar decisiones sobre la construcción de nuevos accesos carreteros, la expansión de las líneas de comunicación y distribución eléctrica, con el fin de incrementar la condición y calidad de vida de los habitantes.

CONCLUSIONES

El mapeo del índice de rezago social es de gran importancia para el monitoreo de la condición de los habitantes. Su monitoreo puede ser tanto espacial como temporal y el estudio de su tendencia es necesario para conocer la distribución de las principales carencias en la Sierra Tarahumara. La información del IRS debe considerarse como información base para los técnicos y usuarios.

LITERATURA CITADA

- CONEVAL (Consejo Nacional de evaluación de la Pobreza de Desarrollo Social). ¿Qué es el índice de rezago social? Disponible en: <http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx>. Consultado 10 ene 2018).

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Índice de Rezago Social.

Descripción Breve

El IRS es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales. Los resultados del IRS se presentan también mediante el Grado de Rezago Social, este bajo cinco estratos: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Unidad de Medición

Valores de índice de < 0 a 5. Los índices de rezago social también se interpretan y manejan en los cinco estratos del Grado de Rezago Social. La relación de las valoraciones es:

Cuadro 1. Estratos del grado de rezago social.

Valor del índice
-2 a -1
-1 a -0.5
-0.5 a 0
0.0 a 1.0
>1.0

Justificación

El IRS está directamente relacionado con la medición de la pobreza. Básicamente, se considera que la pobreza es una forma de privación, una incapacidad para satisfacer las necesidades más fundamentales.

Obtención del indicador

Dado que la Ley General de Desarrollo Social establece que la medición de la pobreza debe considerar el carácter multidimensional de la pobreza, el CONEVAL construyó el Índice de Rezago Social, incorporando indicadores de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda, y activos en el hogar. El uso de los valores de los índices es simple y se obtienen de la página EXCEL editada por CONEVAL. El mapeo para una visión y análisis sinóptico se realiza mediante técnicas de interpolación geoestadística utilizando programas de Sistemas de Información Geográfica. Los procedimientos específicos están vertidos en el Anexo Técnico Metodológico para desarrollar los mapas de pobreza en México del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

Fuente de información

- La línea base de información está contenida en la vía acceso http://www.sedesol.gob.mx/en/SEDESOL/Informe_Pobreza_Chihuahua, Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). También se puede ac-

ceder a través de www.coneval.gob.mx/Medicion/IRS/.../Índice-de-Rezago-social.

Frecuencia de medición

Anual.

Último año de medición

2015.

Alcance del indicador

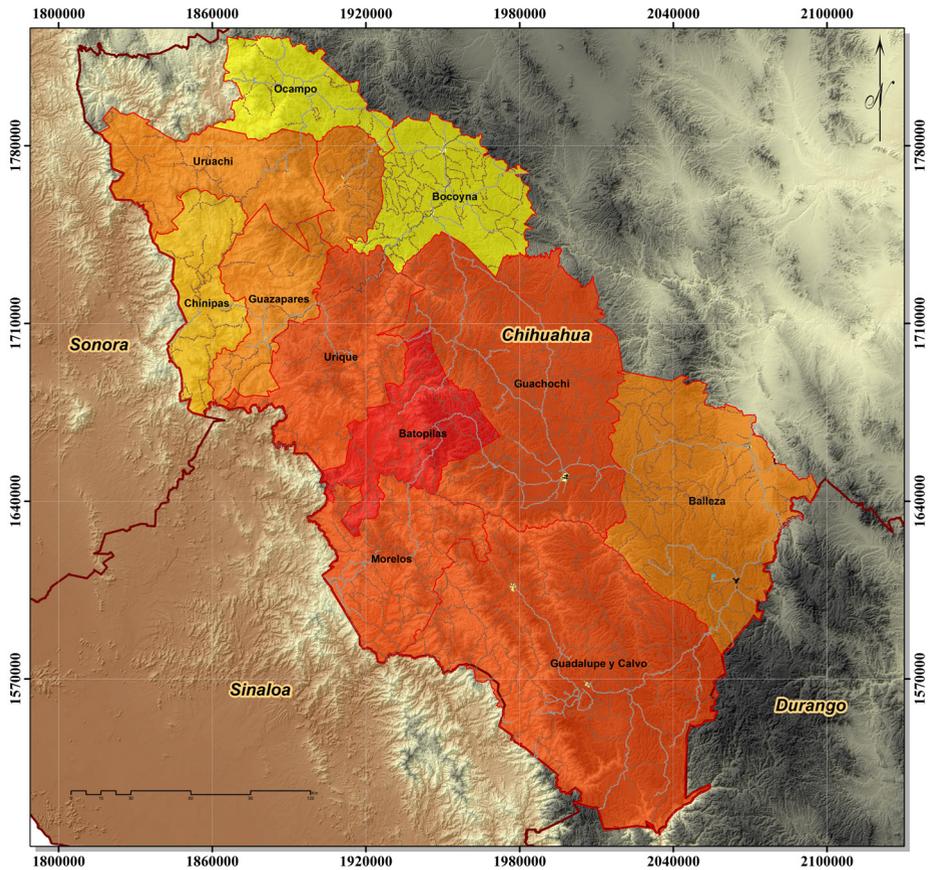
Cuadro 2. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Socioeconómico		X	X	

Línea base del indicador

Cuadro 3. Índice y grado de rezago social por municipio.

MUNICIPIO	ÍNDICE DE REZAGO SOCIAL	GRADO DE REZAGO SOCIAL
Balleza	1.84541	Alto
Batopilas	3.40930	Muy alto
Bocoyna	0.78179	Alto
Chinipas	1.46995	Alto
Guachochi	2.14981	Muy alto
Guadalupe y Calvo	2.13644	Muy alto
Guazapares	1.74360	Alto
Maguarichi	1.89183	Alto
Moris	1.02408	Alto
Ocampo	0.88691	Alto
Urique	2.16184	Muy alto
Uruachi	1.88341	Alto



SIMBOLOGÍA

Índice de Rezago Social

0.78 - 0.88	
0.88 - 1.46	
1.46 - 14.89	
1.89 - 2.55	
2.55 - 3.4	

Límites

Área de estudio	
Límite estatal	
Área urbana	

Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua	
-----------------	--

Altitud del área de estudio

3286 msnm	
159 msnm	

Vías de comunicación

Calle	
Camino	
Carretera	
Vía férrea sencilla	

Referencia cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

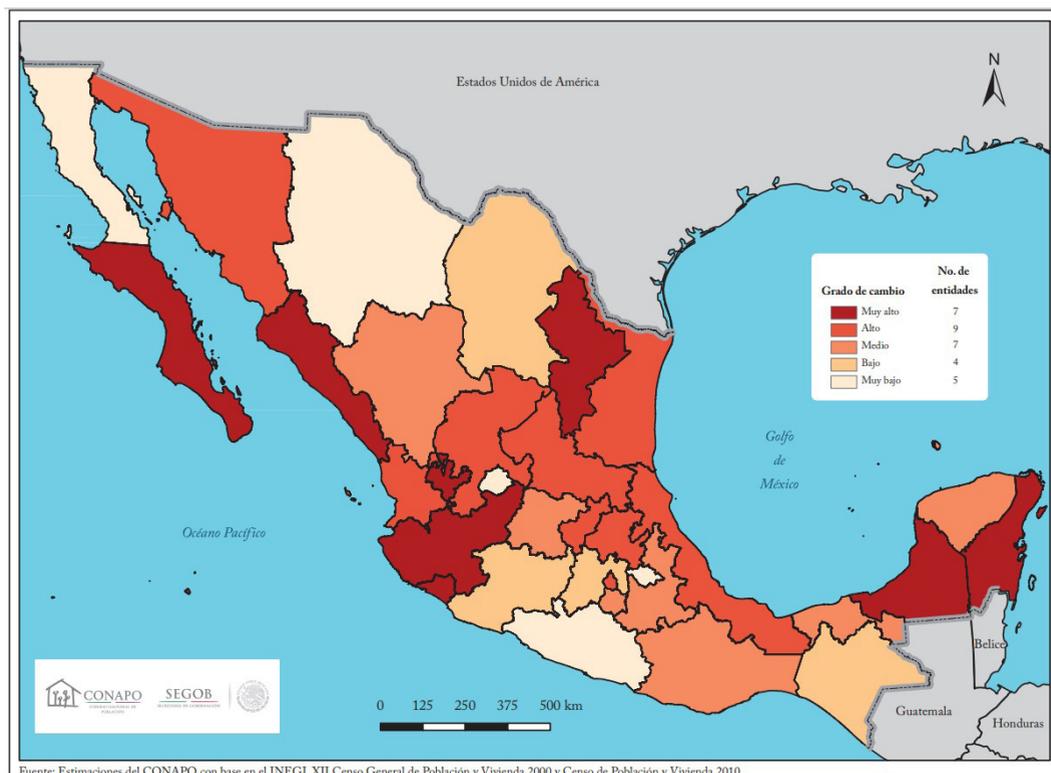
Figura 4. Distribución socio-geográfica del IRS.

ÍNDICE DE MARGINACIÓN (IM)

La marginación es un fenómeno multidimensional y estructural expresado en la desigual distribución del progreso, la estructura productiva y la exclusión de diversos grupos sociales, tanto del proceso como de los beneficios del desarrollo (Cortés, 2006; SEGOB, 2018).

La marginación se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, pero también a privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar. En consecuencia, las comunidades marginadas enfrentan escenarios de alta vulnerabilidad social cuya mitigación escapa del control personal o familiar (Cortés, 2006; SEGOB, 2018).

El índice de marginación (IM) diseñado y calculado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) resulta de aplicar el análisis de componentes principales a un conjunto de variables estandarizadas; generándose así un puntaje también expresado en unidades de desviación estándar. Además, CONAPO, empleando el método de Dalenius Hodges (1959), agrupa los puntajes en cinco categorías de marginación: muy alta, alta, media, baja y muy baja (Cortés, 2006; Cortés y Vargas, 2011).



Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y Censo de Población y Vivienda 2010.

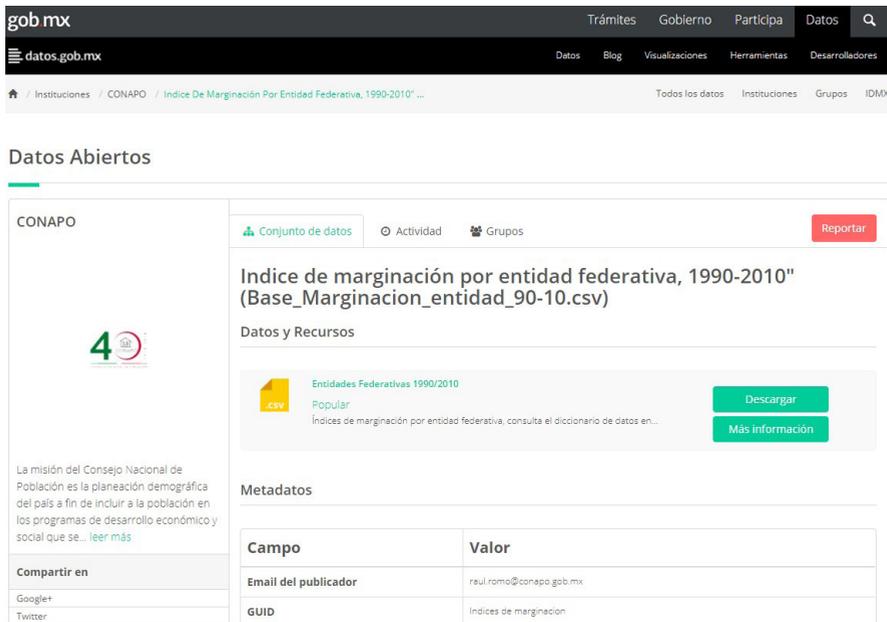
Figura 1. Grado en el cambio del Índice de Marginación a nivel estatal de 2000 a 2010 en México.

IMPORTANCIA DEL INDICADOR

El IM es de gran importancia para conocer aquellos estados o municipios con dificultades de propagar el progreso técnico en los sectores productivos y sociales. El IM es importante para dar cuentas del desarrollo socioeconómico sobre el territorio, siendo su base las unidades político administrativas. La información que proporciona este indicador es relevante para observar la tendencia de la convergencia o la divergencia de la economía del estado o municipios en el tiempo.

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

Para el monitoreo del IM la obtención de bases de datos de una o varias fechas, dependiendo del objeto de estudio, es de gran importancia. Una vez obtenida la base de datos se debe homogenizar y simplificar de tal forma que encontremos el nombre de los AGEBS, municipios o estados en estudio, así como la información del IM.



The screenshot shows the 'datos.gob.mx' website interface. At the top, there is a navigation bar with 'Trámites', 'Gobierno', 'Participa', and 'Datos'. Below it, a secondary navigation bar includes 'Datos', 'Blog', 'Visualizaciones', 'Herramientas', and 'Desarrolladores'. The main content area is titled 'Datos Abiertos' and displays a dataset for 'CONAPO'. The dataset title is 'Indice de marginación por entidad federativa, 1990-2010'' with the file name '(Base_Marginacion_entidad_90-10.csv)'. There are buttons for 'Reportar', 'Descargar', and 'Más información'. A 'Metadatos' section contains a table with the following data:

Campo	Valor
Email del publicador	raul.romo@conapo.gob.mx
GUID	Indices de marginacion

Figura 2. Ejemplo de base de datos de Índice de Marginación disponible en línea (https://datos.gob.mx/busca/dataset/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-1990-2010-base_marginacion_entidad_90-10-csv).

Es importante contar con un sistema de información geográfica, como ArcGIS (<https://www.arcgis.com/features/index.html>), o QGIS (<https://www.qgis.org/es/site/>). Estos sistemas permitirán llevar a cabo el mapeo de la información. Para el mapeo de la información se requiere contar con la delimitación de los AGEBS, municipios o estados. Esta información es posible obtenerse mediante el Marco Geoestadístico Nacional de INEGI, versión 2018 (http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx).



Figura 3. Imagen del sitio web Marco Geoestadístico Nacional.

MAPEO

El mapeo se lleva a cabo mediante la unión o relación entre bases de datos del Marco Geoestadístico Nacional y las bases disponibles o generadas por el usuario. Esta unión o relación se elabora mediante un sistema de información geográfica. Posterior a la unión de información para su presentación se recomienda caracterizar mediante colores graduados o cualquier otro estilo la información, con esto se puede observar en una escala de menor a mayor la situación socio-geográfica de la Sierra Tarahumara. Esta información es importante para identificar aquellos municipios en situación de mayor marginación. La distribución socio-geográfica es importante para la toma de decisiones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El monitoreo del índice de marginación tanto espacial como temporal es de utilidad para conocer los municipios o estados con mayores carencias, esto permite la concentración y planeación de esfuerzos por hacer prosperar los territorios con mayores índices de marginación.

LITERATURA CITADA

- SEGOB (Secretaría de Gobernación). Índice de Marginación. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones, (Consultado el 15 febrero de 2018).
- Cortés, F. 2006. Consideraciones sobre la marginación, la marginalidad, marginalidad económica y exclusión social. Papeles de población, 12(47), 71-84.
- Cortés, F., y Vargas, D. 2011. Marginación en México a través del tiempo: a propósito del índice de CONAPO. Estudios Sociológicos, 361-387.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Índice de Marginación.

Descripción breve

Según CONAPO (2012), el índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar localidades del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas y la carencia de bienes.

Unidad de medición

Valores de 0 a 1. De acuerdo con la nueva metodología del PNUD 2014, para el estado de Chihuahua se reportan los siguientes umbrales:

Bajo = (0.361848-0.590096)

Medio = (0.590097-0.644855)

Alto = (0.644856-0.696213)

Muy alto = (0.696214 - 0.917404)

Justificación

La marginación es un fenómeno estructural que “se expresa, por un lado, en la dificultad para propagar el progreso técnico en el conjunto de la estructura productiva y en las regiones del país y por el otro, en la exclusión de grupos sociales del proceso de desarrollo y disfrute de sus beneficios. El Índice de Marginación permite ordenar los municipios y las localidades, con base en las carencias que enfrenta la población. El indicador identifica y ordena geográficamente aquellas partes de la entidad o de los municipios que tienen mayores rezagos en las carencias consideradas. La clasificación se hace por medio de una técnica de estratificación que no permite reconocer la influencia de cada uno de los factores. La clasificación se hace por medio de una técnica de estratificación que no permite reconocer la influencia de cada uno de los factores.

Obtención del indicador

El Índice de Marginación (IM) utiliza la técnica de componentes principales para obtener una medida que agregue las cuatro dimensiones: vivienda, ingresos por trabajo, educación y distribución de la población, incluidas en nueve indicadores consideradas de la marginación. Con respecto a la intensidad de la pobreza, es posible calcular las brechas de las observaciones con respecto a una “línea de pobreza”, que debe determinarse previamente.

Fuentes de información

- Comité Técnico para la Medición de la Pobreza, “Medición de la pobreza: variantes metodológicas y estimación preliminar”, en Miguel Székely (coord.), 2005, Números que mueven al mundo: la medición de la pobreza en México, Sedesol, CIDE, ANUIES, Miguel Ángel Porrúa, México, pp. 910.
- INEGI, 2001, Índices de marginación 2000, Conapo, México. CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010

Frecuencia de medición

Se basa en la disponibilidad de los datos censales que están disponibles en intervalos muy largos.

Alcance del indicador

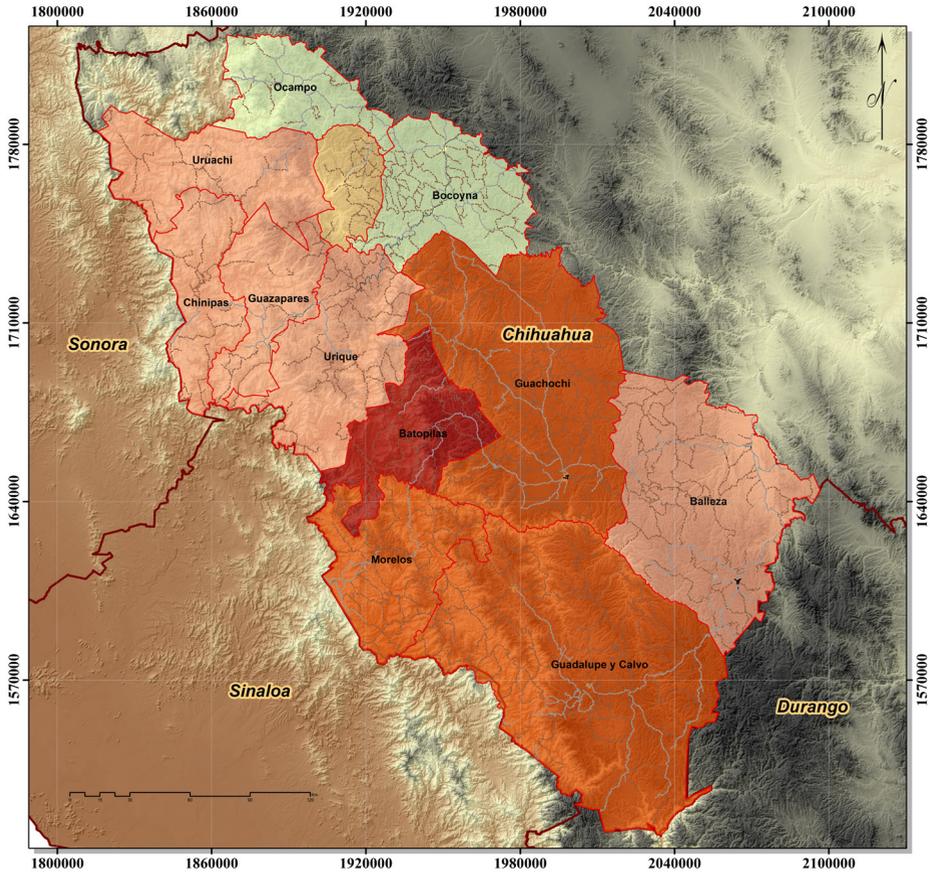
Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Socioeconómico		X	X	

Línea base del indicador

Cuadro 2. Índice de marginación por municipio.

MUNICIPIO	IM
Ocampo	0.435100
Uruachi	1.887300
Bocoyna	0.362700
Maguarichi	1.133600
Chinipas	1.903200
Guazapares	1.710800
Guachochi	2.383300
Urique	1.874700
Batopilas	3.946700
Balleza	1.996800
Morelos	2.504000
Guadalupe y Calvo	2.563900



SIMBOLOGÍA

Índice de Marginación

0.36 - 0.43	
0.43 - 1.13	
1.13 - 1.99	
1.99 - 2.56	
2.56 - 3.94	

Límites

Área de estudio	
Límite estatal	
Área urbana	

Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua	
-----------------	---

Altitud del área de estudio

3286 msnm	
159 msnm	

Vías de comunicación

Calle	
Camino	
Carretera	
Vía férrea sencilla	

Referencia cartográfica:
 Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Conica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 4. Distribución socio-geográfica del índice marginación.

ÍNDICE GINI

El aumento de la pobreza agudiza la desigualdad que persiste en la distribución del ingreso y los rezagos que prevalecen en el ámbito social, representando desafíos de gran interés para los diseñadores y evaluadores de políticas públicas. El índice GINI es el indicador que se utiliza con mayor frecuencia debido a su fácil cálculo e interpretación, ya que por lo general su valor se ubica entre 0 y 1 (Medina, 2011; Galindo y Rios, 2015).

Cuando el indicador asume el valor cero significa que el ingreso se encuentra equidistribuido; es decir, todos los miembros de la sociedad tienen exactamente la misma proporción de recursos, en tanto que cuando se observa el valor de uno, se está en presencia de una situación de total inequidad en donde una persona se apropia de todo el excedente económico (Medina, 2011; Galindo y Rios, 2015).

IMPORTANCIA DEL INDICADOR

El índice GINI es de utilidad para resumir la información de concentración de ingreso entre los individuos de una región en un determinado periodo de tiempo. Dado que el índice GINI es de fácil interpretación, es el indicador de desigualdad más utilizado. Permite conocer las condiciones de desigualdad de AGEBS, municipios o estados de un país y compararlo con otros.



Figura 1. Índice Gini de los ingresos totales en 2014.

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

Para el monitoreo del índice GINI la obtención o generación de bases de datos de una o varias fechas, dependiendo del objeto de estudio, es de gran importancia, así como del Indicador de Rezago Social y el Índice de Marginación. Una vez obtenida la base de datos es importante homogenizar y simplificar de tal forma que encontremos el nombre de los AGEBS, municipios o estados en estudio, así como también la información del índice GINI.



Consejo Nacional de Evaluación
de la Política de Desarrollo Social

Indicadores de cohesión social, según municipio Distrito Federal, 2010

Clave de entidad	Entidad federativa	Clave de municipio	Municipio	Coefficiente de Gini	Razón de ingreso ¹	Grado de cohesión social ²
09	Distrito Federal			0.517	0.09	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09002	Azcapotzalco	0.421	0.12	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09003	Coyoacán	0.458	0.09	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09004	Cuajimalpa de Morelos	0.477	0.08	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09005	Gustavo A. Madero	0.413	0.13	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09006	Iztacalco	0.414	0.12	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09007	Iztapalapa	0.409	0.13	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09008	La Magdalena Contreras	0.441	0.12	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09009	Milpa Alta	0.404	0.13	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09010	Álvaro Obregón	0.442	0.12	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09011	Tláhuac	0.395	0.14	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09012	Tlalpan	0.462	0.10	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09013	Xochimilco	0.444	0.10	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09014	Benito Juárez	0.450	0.07	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09015	Cuauhtémoc	0.446	0.11	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09016	Miguel Hidalgo	0.455	0.09	Alta cohesión social
09	Distrito Federal	09017	Venustiano Carranza	0.424	0.12	Alta cohesión social

¹ Se determina como el cociente del promedio del ingreso corriente total per cápita de la población en situación de pobreza extrema respecto al promedio del ingreso corriente total per cápita de la población no pobre y no vulnerable.

² Se considera de alta cohesión social a los estados con polo derecho (de baja marginación) o sin polo y de baja cohesión social a los estados polarizados o con polo izquierdo (de alta marginación).

Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010.

Figura 2. Ejemplo de base de datos de Índice Gini.

Es importante contar con un sistema de información geográfica, como ArcGIS (<https://www.arcgis.com/features/index.html>), o QGIS (<https://www.qgis.org/es/site/>). Estos sistemas permitirán llevar a cabo el mapeo de la información. Para mapear la información, se requiere contar con la delimitación de los AGEBS, municipios o estados. Esta información se puede obtener mediante el Marco Geoestadístico Nacional de INEGI, versión 2018 (<http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463526636>).



Marco Geoestadístico Nacional

Datos vectoriales - descarga

- Marco Geoestadístico, diciembre 2017
[Marco Geoestadístico - Datos vectoriales](#)
- Marco Geoestadístico, junio 2017
[Marco Geoestadístico - Datos vectoriales](#)
- Marco Geoestadístico, junio 2016
[Marco Geoestadístico - Datos vectoriales](#)
[Cartografía geoestadística urbana - Datos vectoriales](#)
- Marco Geoestadístico 2014 versión 6.2 (DENUE 01/2015)
[Marco Geoestadístico - Datos vectoriales](#)
[Cartografía geoestadística urbana - Datos vectoriales](#)
- Marco Geoestadístico 2013 versión 6.0 (Inventario Nacional de Viviendas 2012)
[Marco Geoestadístico - Datos vectoriales](#)



Figura 3. Imagen del sitio web Marco Geoestadístico Nacional.

MAPEO

El mapeo se lleva a cabo mediante la unión o relación entre bases de datos del Marco Geoestadístico Nacional y las bases de disponibles o generadas por el usuario. Esta unión o relación se elabora mediante un sistema de información geográfica. Posterior a la unión de información para su presentación se recomienda caracterizar mediante colores graduados o cualquier otro estilo la información, con esto se puede observar en una escala de menor a mayor la situación socio-geográfica de la Sierra Tarahumara. Esta información es importante para identificar aquellos municipios en situación de mayor marginación. La distribución socio-geográfica es importante para la toma de decisiones.

CONCLUSIONES

El conocimiento de la distribución de la riqueza es importante ya que esto permite el desarrollo económico de las regiones frenando el consumo desigual y endeudamiento de las familias, la falta de inversión en educación, corrupción, entre otros.

LITERATURA CITADA

- Galindo, M; Ríos, V. 2015. "Desigualdad" en Serie de Estudios Económicos, Vol. 1, Julio 2015. México DF: México ¿cómo vamos?
- Medina, H. 2001. Consideraciones sobre el índice de Gini para medir la concentración del ingreso. CEPAL.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Índice GINI.

Descripción breve

Considerado como una medida de desigualdad, el índice de GINI se utiliza para medir la desigualdad en ingresos. El Banco Mundial lo utiliza como una medida de distribución del ingreso (o, en algunos casos, el gasto de consumo) entre individuos u hogares dentro de una economía nacional, regional y local.

Unidad de medición

El índice fluctúa entre 0 y 1, en donde 0 corresponde con la perfecta igualdad (todos tienen los mismos ingresos) y donde el valor 1 corresponde con la perfecta desigualdad (una persona tiene todos los ingresos y los demás ninguno). También se utiliza el coeficiente de GINI expresado en porcentaje y multiplicado por 100.

Justificación

Al igual que otros indicadores de medición de pobreza, este índice se incluye en este grupo de indicadores. Básicamente, se considera que la pobreza es una forma de privación, una incapacidad para satisfacer las necesidades más fundamentales. Permite conocer las condiciones de desigualdad de un municipio y compararlo con otros municipios.

Obtención del indicador

El índice o coeficiente de GINI se basa en la Curva de Lorenz, que es una curva de frecuencias acumulada que compara la distribución empírica de una variable con la distribución uniforme (de igualdad). Esta distribución estaría representada por una línea diagonal. Cuanto más se aleja la curva de Lorenz de esta línea, mayor es la desigualdad. La curva de Lorenz representa, en el eje horizontal, los porcentajes de la población y en el eje vertical, los porcentajes de ingreso obtenido. En esa curva el 0 por ciento de la población tiene el 0 por ciento del ingreso y el 100 por ciento de la población disfruta de todo el ingreso. Así, una curva de Lorenz va de una esquina del cuadrado unitario a la esquina opuesta.

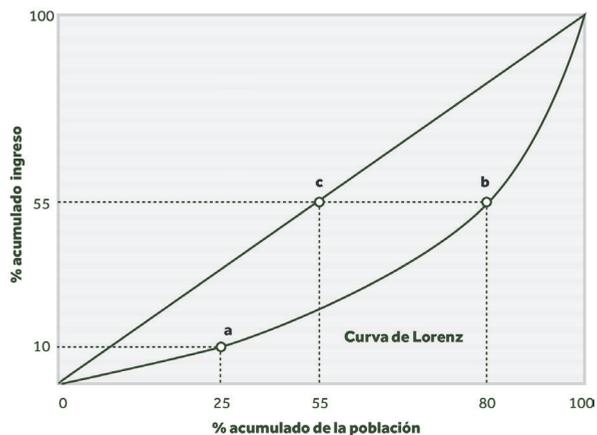


Figura 4. Diagrama que muestra el área comprendida entre la curva de Lorenz y la bisectriz del cuadrado, dicha área es proporcional al coeficiente de GINI.

Fuente de información

Diferentes instituciones y centros de investigación calculan este índice, a partir de información del INEGI y CONAPO.

Línea base del indicador

Cuadro 1. Índice Gini por municipio.

MUNICIPIO	GINI
Ocampo	0.389132
Uruachi	0.434812
Bocoyna	0.462992
Maguarichi	0.424834
Chínipas	0.397252
Guazapares	0.489970
Guachochi	0.549453
Urique	0.485271
Batopilas	0.408146
Balleza	0.448633
Morelos	0.420154
Guadalupe y Calvo	0.463683

Frecuencia de medición

Alineado al Censo de población y vivienda.

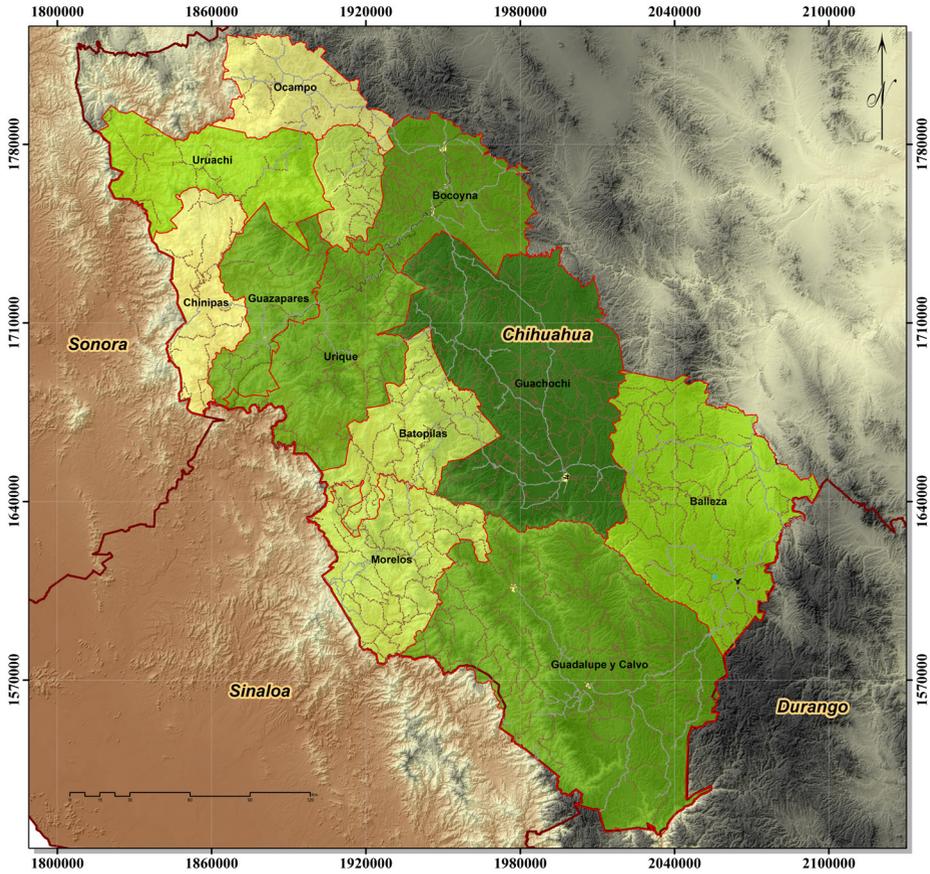
Último año de medición

2005.

Alcance del indicador

Cuadro 2. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Socioeconómico		X	X	X



SIMBOLOGÍA

Índice de Gini

0.38 - 0.39	Mayor Igualdad	
0.39 - 0.42		
0.42 - 0.44		
0.44 - 0.48		
0.48 - 0.54	Menor Igualdad	

Límites

Área de estudio	
Límite estatal	
Área urbana	

Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua	
-----------------	---

Altitud del área de estudio

3286 msnm	
159 msnm	

Vías de comunicación

Calle	
Camino	
Carretera	
Vía férrea sencilla	

Referencia cartográfica:
 Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 5. Distribución socio-geográfica del índice GINI.

ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO (IDH)

El IDH tiene como objetivo cuantificar el conjunto de bienestar que tienen los habitantes de un territorio. Para esto, se toman en cuenta tres dimensiones básicas: 1) la posibilidad de gozar de una vida larga y saludable (esperanza de vida); 2) la capacidad de adquirir conocimientos (educación); 3) la oportunidad de tener recursos que permitan un nivel de vida digno (ingreso) (Mancero, 2001; Ordoñez-Tovar, 2014).

El desarrollo humano es un proceso dinámico el cual está ligado al contexto local. Por ello, la metodología del IDH se adapta para su cálculo a nivel nacional, estatal y municipal. El indicador es de utilidad para evaluar los avances o retrocesos en las condiciones de vida de las personas en contextos que evolucionan con el tiempo (Mancero, 2001; Ordoñez-Tovar, 2014).

La construcción del IDH está basada en un enfoque de "reducción de brechas". Es decir, el desarrollo no se mide a partir del crecimiento de una variable, sino de la reducción de la distancia entre la variable y su máximo valor posible. De esta manera, se logra asignar una mayor importancia a los logros más difíciles de alcanzar (Mancero, 2001; Ordoñez-Tovar, 2014).

IMPORTANCIA DEL INDICADOR

El indicador como descriptor del nivel de desarrollo de población resulta relevante para la toma de decisiones políticas en la reducción de las desigualdades que abarca el desarrollo humano, principalmente en el sector educativo, el cual constituye la base para mejorar las otras dimensiones.

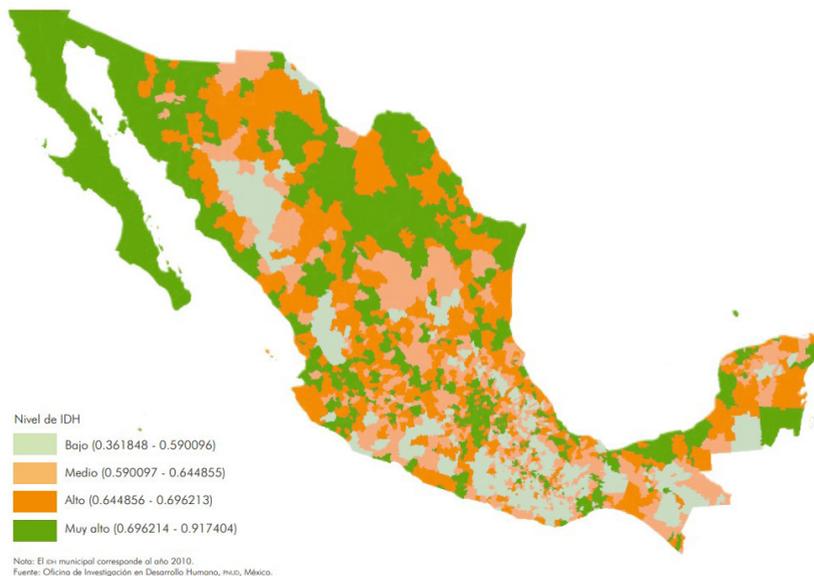


Figura 1. Índice de Desarrollo Humano de los 2,456 municipios y delegaciones de México.

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

Para medir el IDH, lo ideal sería la construcción del indicador con los datos locales. Sin embargo, encontrar o generar esta información requiere de una cantidad importante de tiempo, ya sea porque serían temas que no se miden o bien porque no se contaría con series de datos adecuadas; aunado a que una inclusión excesiva de variables en el desarrollo del indicador podría generar una interpretación errónea de los resultados del mismo. Para el monitoreo del IDH la obtención o generación de bases de datos, de una o varias fechas, para analizar la evolución del desarrollo de los municipios o estados es lo más recomendable. Una vez obtenida la base de datos es importante homogenizar y simplificar de tal forma que encontremos el nombre de los AGEBS, municipios o estados en estudio, así como la información del IDH.

■ Cuadro 2. IDH de las entidades federativas (2008, 2010, 2012)

Entidad	Índice de Desarrollo Humano (IDH)			Posición nacional según valor del IDH			Cambio en la posición (2008-2010)
	2008	2010	2012	2008	2010	2012	
Aguascalientes	0.742	0.753	0.760	10	8	9	1
Baja California	0.750	0.759	0.760	8	7	8	0
Baja California Sur	0.782	0.786	0.776	2	3	4	-2
Campeche	0.723	0.733	0.749	18	17	15	3
Coahuila	0.751	0.764	0.768	6	5	5	1
Colima	0.754	0.759	0.763	5	6	6	-1
Chiapas	0.644	0.654	0.667	32	32	32	0
Chihuahua	0.730	0.710	0.734	15	25	19	-4
Distrito Federal	0.818	0.830	0.830	1	1	1	0
Durango	0.714	0.721	0.731	21	20	21	0
Guanajuato	0.700	0.711	0.720	26	24	26	0
Guerrero	0.663	0.678	0.679	31	30	31	0
Hidalgo	0.701	0.715	0.723	24	21	24	0
Jalisco	0.733	0.744	0.751	14	13	13	1
Estado de México	0.728	0.740	0.745	16	16	16	0
Michoacán	0.683	0.700	0.700	29	29	29	0
Morelos	0.736	0.743	0.749	13	14	14	-1
Nayarit	0.727	0.743	0.733	17	15	20	-3
Nuevo León	0.782	0.792	0.790	3	2	2	1
Oaxaca	0.664	0.673	0.681	30	31	30	0
Puebla	0.692	0.708	0.717	28	26	27	1
Querétaro	0.742	0.748	0.760	11	11	7	4
Quintana Roo	0.739	0.746	0.754	12	12	12	0
San Luis Potosí	0.704	0.715	0.726	23	23	23	0
Sinaloa	0.751	0.752	0.757	7	9	11	-4
Sonora	0.764	0.766	0.779	4	4	3	1
Tabasco	0.721	0.731	0.742	19	18	17	2
Tamaulipas	0.749	0.750	0.758	9	10	10	-1
Tlaxcala	0.707	0.715	0.727	22	22	22	0
Veracruz	0.696	0.706	0.713	27	28	28	-1
Yucatán	0.719	0.728	0.739	20	19	18	2
Zacatecas	0.700	0.708	0.720	25	27	25	0
Nacional	0.728	0.738	0.746				

Figura 2. Ejemplo de base de datos del IDH. IDH de las entidades federativas (2008, 2010, 2012).

Es importante contar con un sistema de información geográfica, como ArcGIS (<https://www.arcgis.com/features/index.html>), o QGIS (<https://www.qgis.org/es/site/>). Estos permitirán llevar a cabo el mapeo de la información. Para esto, se requiere contar con la delimitación de los AGEBS, municipios o estados. Esta información se puede obtener mediante el Marco Geoestadístico Nacional de INEGI, versión 2018 (http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx).



Figura 3. Imagen del sitio web Marco Geoestadístico Nacional.

MAPEO

El mapeo se lleva a cabo mediante la unión o relación entre bases de datos del Marco Geoestadístico Nacional y las bases de disponibles o generadas por el usuario. Esta unión o relación se elabora mediante un sistema de información geográfica. Posterior a la unión de información para su presentación se recomienda caracterizar, mediante colores graduados o cualquier otro estilo, la información. A través de esto se puede observar en una escala de menor a mayor la situación socio-geográfica de la Sierra Tarahumara. Esta información es importante para identificar aquellos municipios en situación de mayor marginación. La distribución socio-geográfica es importante para la toma de decisiones.

CONCLUSIONES

El IDH es un indicador necesario para conocer la evolución y distribución del desarrollo de los municipios de la Sierra Tarahumara. Las dimensiones que incluye el IDH generan información de los sectores (esperanza de vida, incluido salud, y educación) que son necesarios reforzar para atender las debilidades de los habitantes.

LITERATURA CITADA

- Ordóñez Tovar, J. A. 2014. Teorías del desarrollo y el papel del Estado: Desarrollo humano y bienestar, propuesta de un indicador complementario al índice de desarrollo humano en México. *Política y gobierno*, 21(2), 409-441.
- Mancero, X. 2001. La medición del desarrollo humano: elementos de un debate. Cepal.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Índice de Desarrollo Humano.

Descripción breve

De acuerdo con Naciones Unidas (2014), el índice de desarrollo humano (IDH) es un indicador de desarrollo de un país, estado o municipio. Este indicador permite observar el crecimiento económico y su desempeño en los ámbitos sociales de salud y educación. En el 2014 el Programa de las Naciones Unidas oficina de México reporta el panorama del desarrollo humano de México en el 2010, y provee resultados de la primera estimación del IDH a nivel municipal utilizando la nueva metodología propuesta en el Informe sobre Desarrollo Humano 2010. La verdadera riqueza de las naciones: Caminos al desarrollo humano (PNUD, 2014).

Unidad de medición

Valores de 0 a 1. De acuerdo con la nueva metodología del PNUD 2014, para el estado de Chihuahua se reportan los siguientes umbrales:

Bajo = (0.361848 - 0.590096)

Medio = (0.590097 - 0.644855)

Alto = (0.644856 - 0.696213)

Muy alto = (0.696214 - 0.917404)

Justificación

El IDH es un indicador de carácter internacional, mide el progreso de las naciones en función de la salud, la educación y el ingreso. El IDH sirve como guía para evaluar las decisiones de política seleccionadas en periodos anteriores y definir prioridades. La metodología más reciente para estimar el IDH busca identificar si el incremento económico se ve reflejado en un incremento en la educación y la salud. Es importante tener presente que el índice económico está en función de las actividades productivas, las cuales, por lo general, son de carácter extractivo. Por lo tanto, conocer el IDH ayuda a entender si la degradación de los ecosistemas a causa de las actividades económicas mejora la salud y la educación de los pobladores de un país, región, o municipio. Por lo tanto, el IDH sirve como indicador en la toma de decisiones y diseño de programas que garanticen la sustentabilidad ecológica y social.

Obtención del indicador

El IDH está compuesto de 3 dimensiones:

- 1 Salud, el cual indica la posibilidad de gozar de una vida larga y saludable;
- 2 Educación, indica la capacidad de adquirir conocimientos;
- 3 Ingreso, indica la oportunidad de tener recursos que permitan un nivel de vida digno (Naciones Unidas, 2010).

Los reportes 2005 y 2010 se dan con base en registros del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. El reporte 2000 se encuentra en la base de datos de la CONAPO.

Fuente de información

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2014). Índice de Desarrollo Humano Municipal en

México: nuevas metodologías.

Frecuencia de medición

Cada 5 a 10 años.

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Socioeconómico		X	X	X

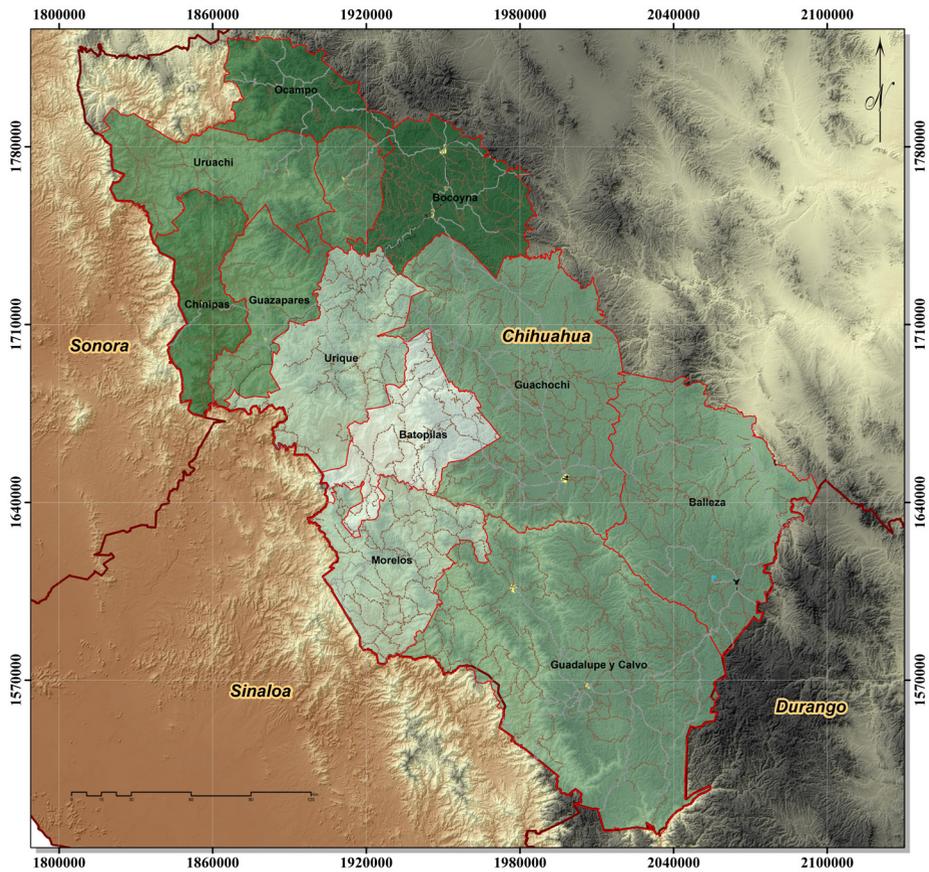
Línea base del indicador

Cuadro 2. Índice de Desarrollo Humano 2005 – Fuente PNUD México

MUNICIPIO	ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO	GRADO DE DESARROLLO HUMANO	ÍNDICE SALUD	ÍNDICE EDUCACIÓN	ÍNDICE INGRESO
MUNICIPIO	0.834	ALTO	0.8365	0.8599	0.8057
Balleza	0.5864	Medio	0.521	0.6162	0.6221
Batopilas	0.4734	Bajo	0.3482	0.5127	0.5593
Bocoyna	0.7215	Medio	0.6845	0.7626	0.7175
Chinipas	0.6738	Medio	0.711	0.7539	0.5565
Guachochi	0.5941	Medio	0.4853	0.6387	0.6583
Guadalupe y Calvo	0.5734	Medio	0.4848	0.6796	0.556
Guazapares	0.6461	Medio	0.6486	0.6934	0.5966
Maguarichi	0.6366	Medio	0.5376	0.6934	0.679
Morelos	0.5407	Medio	0.474	0.652	0.4964
Ocampo	0.686	Medio	0.6939	0.7571	0.6071
Urique	0.5592	Medio	0.4839	0.61	0.5839
Uruachi	0.6526	Medio	0.6408	0.6938	0.6233

Cuadro 3. Índice de Desarrollo Humano 2010 – Fuente PNUD, México 2014

MUNICIPIO	ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO	GRADO DE DESARROLLO HUMANO
TOTAL DEL ESTADO CHIHUAHUA	0.744	ALTO
Balleza		Bajo
Batopilas	0.387	Bajo
Bocoyna		Medio
Chinipas		Bajo
Guachochi		Bajo
Guadalupe y Calvo		Bajo
Guazapares		Bajo
Maguarichi		Bajo
Morelos		Bajo
Ocampo		Medio
Urique		Bajo
Uruachi		Bajo



SIMBOLOGÍA

Índice de Desarrollo Humano

0.00 - 0.47	
0.47 - 0.55	
0.55 - 0.59	
0.59 - 0.65	
0.65 - 0.72	

Límites

Área de estudio	
Límite estatal	
Área urbana	

Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua	
-----------------	--

Altitud del área de estudio

3286 msnm	
159 msnm	

Vías de comunicación

Calle	
Camino	
Carretera	
Vía férrea sencilla	

Referencia cartográfica:
 Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Cónica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 5. Mapa del Índice de Desarrollo Humano para los doce municipios de la Sierra Tarahumara.

COMUNIDADES INDÍGENAS

Chihuahua es uno de los estados con mayor población indígena del país, y comprende pueblos como el Rarámuri, el Pima, el Guarojío y el Tepehuano. El pueblo Rarámuri, que se conoce también como tarahumara, es uno de los más numerosos del continente norteamericano.

Es un indicador importante dentro del criterio de bienestar social y socioeconómico. En la ST se han inventariado alrededor de 2,261 comunidades indígenas, cuyo listado es fundamental por el aporte en sus valores espirituales y culturales y sus valores de acceso. Está estrechamente ligado al indicador de gobernadores con base en el reconocimiento de las políticas que reconocen el derecho de los Pueblos Indígenas a la libre determinación que se ejercerá en un marco constitucional de autonomía que asegure la unidad en el territorio de la Sierra Tarahumara y en general de México.



Figura 1. Habitante de la etnia Tarahumara realizando trabajo artesanal, uno de los medios de subsistencia de los indígenas de la Sierra Tarahumara.

De acuerdo con un estudio llevado a cabo por Mayagoitia (2010), menciona que la Sierra Tarahumara en el estado de Chihuahua, en donde habitan los grupos étnicos Rarámuri (o Tarahumara), Guarojío (también nombrado Guarijío, o Warohío), Pima y Tepehuán, ocupa el segundo lugar en atraso de servicios en viviendas, las cuales sólo son más precarias en el caso de la región Cora-Huichol-Tepehuana de los estados de Durango, Nayarit y Jalisco. El mismo estudio menciona que el 41.7 % de estas poblaciones, cuenta con menos de 500 habitantes; un 10.8 %, tiene de 501 a 1,000 personas; un 30.9 %, entre 1,001 a 2,000 pobladores, y solo el 16.6 % de las comunidades tiene más de 2,001 habitantes. Se reconoce, por tanto, que el 83.4 % de las comunidades tienen menos de 2,000 habitantes y que un 41.7 % de ellas cuenta con menos de 500 pobladores. En el área de servicios comunitarios, se encontró que solo el 40 % dispone de los tres servicios básicos: agua, luz y drenaje. Mientras, un 22.5 % tiene sólo dos tipos de servicio; un 15.8 %, cuenta con un solo servicio básico, y un 21.7 % de estas colectividades carecen de los tres servicios. Las lenguas indígenas son la Rarámuri (97.5 %) y la Guarojía (2.5 %). Un 49.5 % de las

personas es bilingüe; un 13.2 %, es monolingüe (solo habla lengua indígena) y un 37.3 %, es monolingüe en español. Se encontró que tan sólo en el 56.8 % de las comunidades se practica mayoritariamente la lengua indígena, mientras que en el 43.2 % de ellas se utiliza más el español.

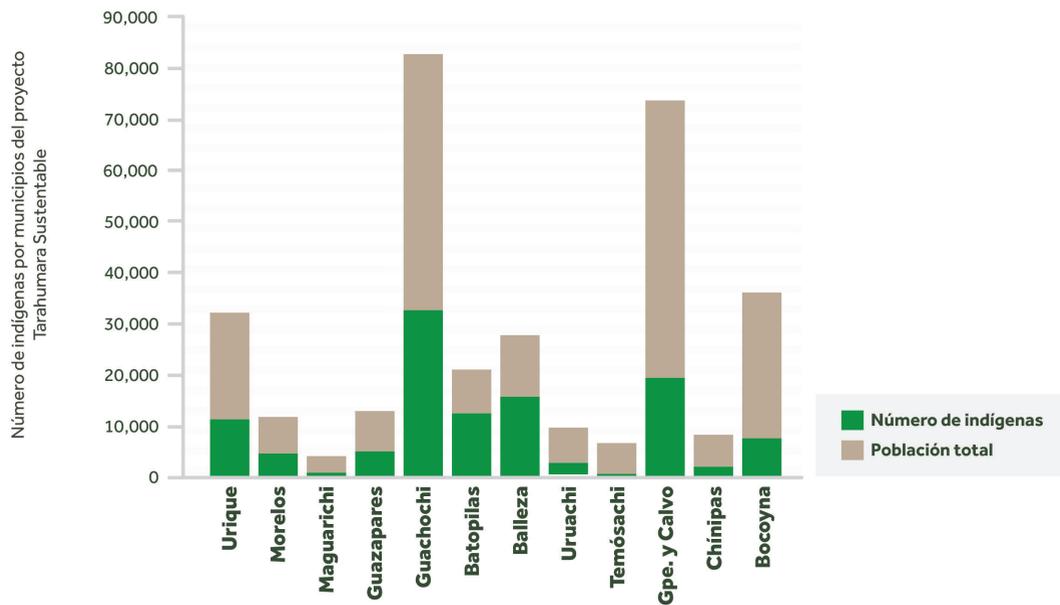
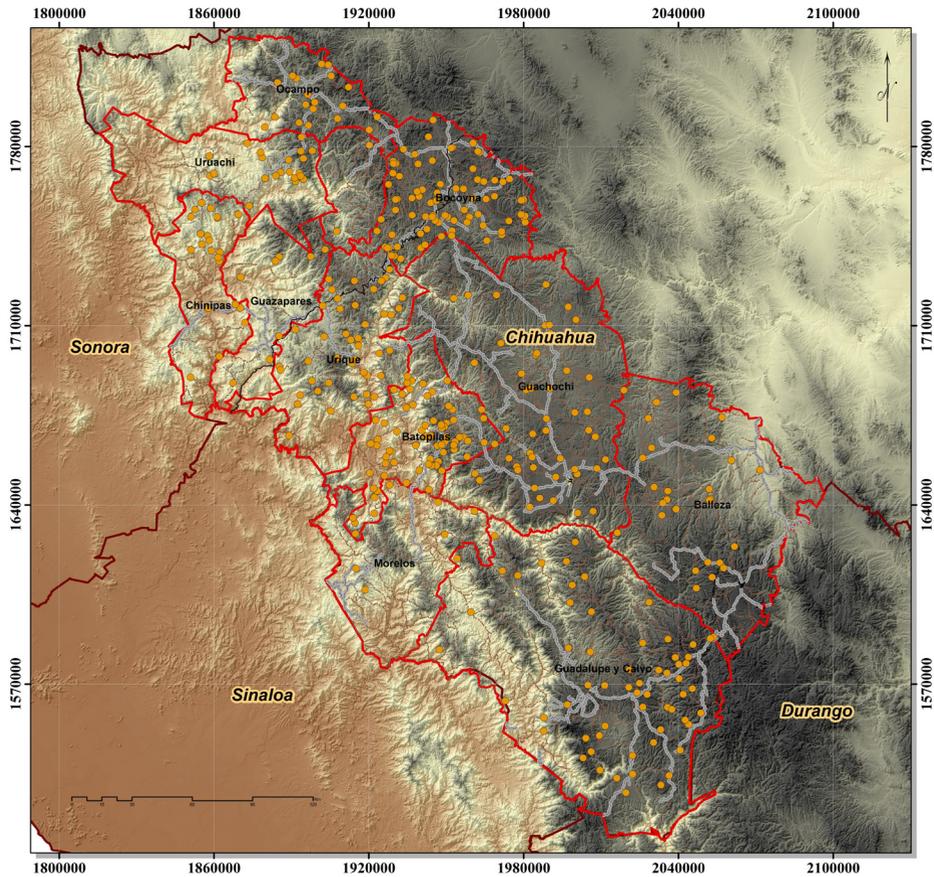


Gráfico 1. Número de indígenas por municipio del Proyecto Tarahumara Sustentable. Datos generados a partir del censo de la CDI, Catálogo de localidades indígenas 2010.

MUNICIPIO	NÚMERO DE INDÍGENAS	POBLACIÓN TOTAL
Balleza	7908	28766
Batopilas	1255	8441
Bocoyna	20388	53499
Chinipas	371	6211
Guachochi	2036	8200
Guadalupe y Calvo	17672	9833
Guazapares	14362	8117
Maguarichi	34721	49689
Morelos	3296	8998
Ocampo	586	1921
Urique	2864	8343
Uruachi	11546	20386

(CDI, 2010)

Cuadro 1. Distribución del número de indígenas por municipio comprendidos en el estudio del Proyecto Tarahumara Sustentable.



SIMBOLOGÍA

Comunidades indígenas

Comunidades



Límites

Área de estudio

Límite estatal

Área y urbana



Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua



Altitud del área de estudio

3286 msnm

159 msnm



Vías de comunicación

Calle

Camino

Carretera

Vía férrea sencilla



Referencia cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Conica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 1. Distribución de comunidades Indígenas en los 12 municipios del Proyecto Tarahumara Sustentable.

LITERATURA CONSULTADA

- Mayagoitia, P.EA. Educación en el medio indígena de Chihuahua. Universidad Pedagógica Nacional, Unidad 081.
- CDI, 2010. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Catalogo de Localidades Indígenas 2010. <http://www.cdi.gob.mx/localidades2010-gobmx/index.html>.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Comunidades Indígenas.

Descripción breve

Lista de las comunidades indígenas por municipio indicando población total y disgregada por género.

Unidad de medición

Latitud y longitud para ubicación y número para total de habitantes.

Justificación

El artículo 2o. de la Constitución Política de los Estados Mexicanos en su apartado B señala que “la Federación, los Estados y los Municipios establecerán las instituciones y determinarán las políticas necesarias para garantizar la vigencia de los derechos de los indígenas y el desarrollo integral de sus pueblos y comunidades, las cuales deberán ser diseñadas y operadas conjuntamente con ellos”. Todo ello, reconociendo el derecho de los Pueblos Indígenas a la libre determinación que se ejercerá en un marco constitucional de autonomía que asegure la unidad nacional. Por lo anterior, es necesario que los proyectos que se van a implementar conozcan la localización y número de habitantes de las comunidades indígenas, sobre todo los proyectos relacionados con el manejo y la conservación de los recursos naturales.

Metodología para la obtención del indicador

El indicador se obtuvo directamente de la base de datos de la Coordinadora Estatal de la Tarahumara, quienes tienen información por municipio.

Fuente de información

Bases de datos de la Coordinadora Estatal de la Tarahumara.

Frecuencia de medición

Cada 5 años o cuando los gobernadores vayan directamente a actualizar sus datos.

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Social	X	X	X	X

Línea base del indicador

Base de datos 2015 integrado en el SMDI-ST.

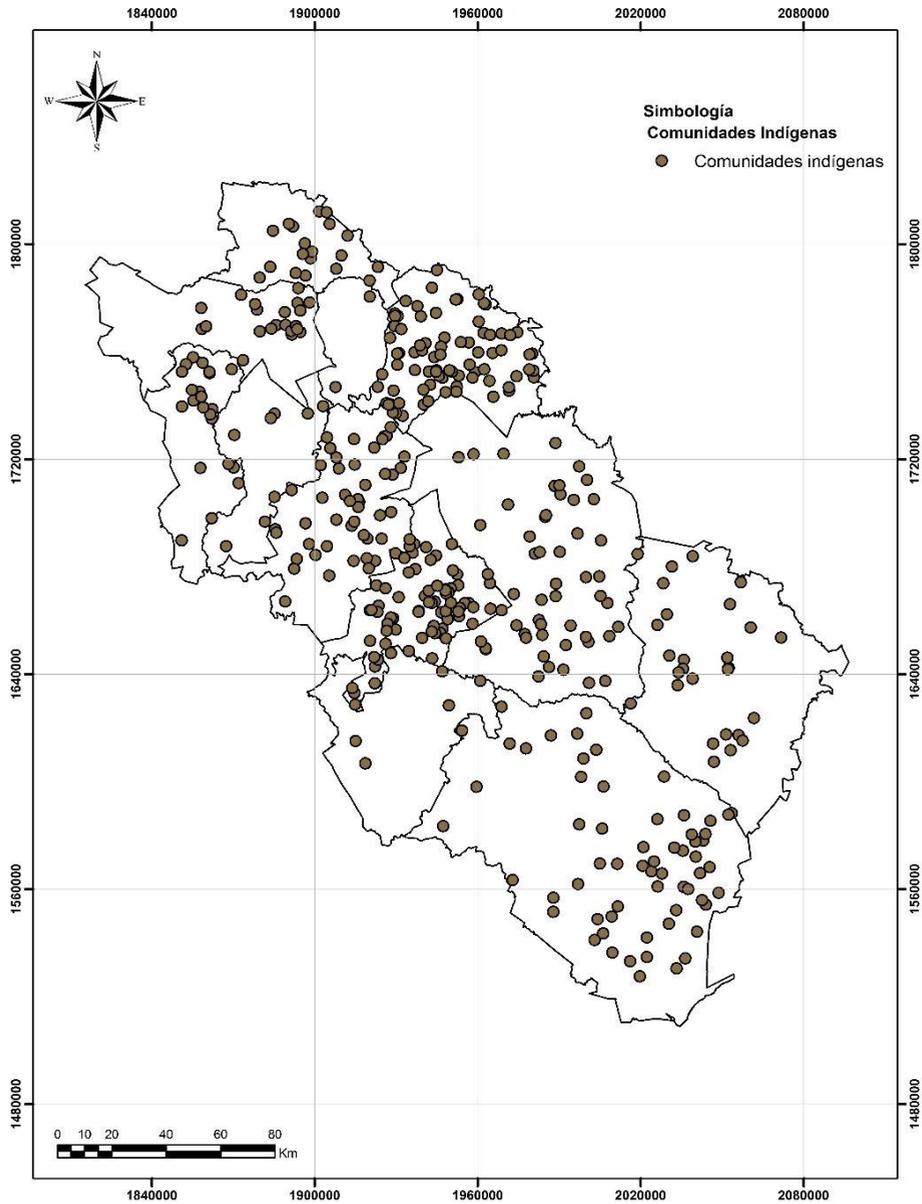


Figura 2. Mapa de la distribución de las comunidades indígenas en la Sierra Tarahumara.

GOBERNADORES INDÍGENAS

En la región del estado de Chihuahua, los tarahumaras están organizados en pueblos que gobiernan un determinado número de rancherías. En este espacio encontramos la iglesia, la escuela, la tienda y la clínica. A la cabeza del pueblo se halla un gobernador o siríame, quien preside las reuniones dominicales y da un sermón o nawésari, actúa como juez en los conflictos, organiza las fiestas del pueblo y es su representante ante las autoridades. Le auxilian un segundo y tercer gobernador, quienes funcionan como consejeros y lo suplen en su ausencia. El gobernador nombra a uno o dos generales que actúan como mensajeros y son auxiliados en su tarea por capitanes. El alguacil es el encargado de distribuir los bastones de mando a los gobernadores y de guardarlos en la iglesia. También existe un mayor que concerta matrimonios y aconseja en caso de dificultades, un maestro que es el encargado de rezar en tarahumara durante el culto religioso dominical. Esta estructura de cargos varía de pueblo a pueblo. Los habitantes de las rancherías que pertenecen a un pueblo se reúnen los domingos y los días de fiesta. <https://www.gob.mx/cdi/articulos/etnografia-del-pueblo-tarahumara-raramuri?idiom=es>.



Figura 1. Reunión de comunidad indígena de la cultura Tarahumara en el municipio de Bocoyna, Chihuahua.

Los tarahumaras limitan territorialmente con los guarojíos, los tepehuanos y los pápagos, con quienes comparten en ocasiones la organización ejidal. Con los mestizos de la región, las relaciones son conflictivas debido a la lucha por la tierra, la explotación de los recursos naturales y las arbitrariedades cometidas por éstos en contra de los tarahumaras. Aunque existen algunos matrimonios de mujeres tarahumaras con varones mestizos, en general se desaprueba este tipo de uniones. Los mestizos tienen el respaldo de los grupos de poder regionales e institucionales por lo que imponen sus decisiones en los ejidos donde tienen presencia. <https://www.gob.mx/cdi/articulos/etnografia-del-pueblo-tarahumara-raramuri?idiom=es>.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Gobernadores Indígenas.

Descripción breve

Lista con nombre de los gobernadores por municipio y las comunidades que representan. Además contiene información de contacto.

Unidad de medición

Número de gobernadores y comunidad.

Justificación

La forma de gobierno pueden ser de autoridad política, religiosa o eventuales, ellas son instrumentales en la toma de decisiones y en la resolución de conflictos. La mayor autoridad de las comunidades indígenas de la Sierra Tarahumara es el siríame o gobernador quien es elegido por consenso de manera pública y tiene jurisdicción en las rancherías que conforman el área de influencia bajo gobernación. Conocer quiénes son los gobernadores indígenas es de utilidad en los procesos de toma de decisiones.

Metodología para la obtención del indicador

El indicador se obtuvo directamente de la base de datos de la Coordinadora Estatal de la Tarahumara, quienes tienen información por municipio.

Fuente de información

Bases de datos de la Coordinadora Estatal de la Tarahumara.

Frecuencia de medición

Cada 5 años o cuando los gobernadores vayan directamente a actualizar sus datos.

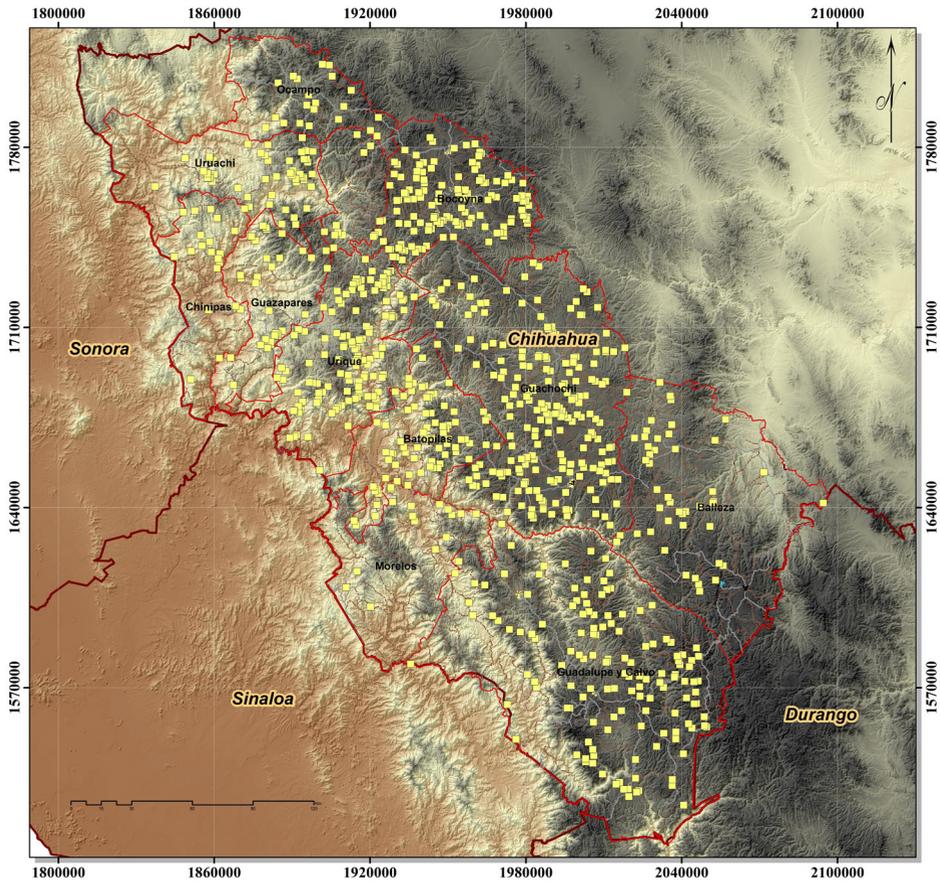
Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Social		X	X	X

Línea base del indicador

Coordinadora Estatal de la Tarahumara, base de datos 2015 integrado en el SMDI-ST.



Gobernadores Indígenas

Gobernadores

Límites

Área de estudio
 Límite estatal
 Área y urbana

Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua

SIMBOLOGÍA

Altitud del área de estudio

3286 msnm
 159 msnm

Vías de comunicación

Calle
 Camino
 Carretera
 Vía férrea sencilla

Referencia cartográfica:
 Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Conica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 5. Mapa de gobernadores indígenas en los 12 municipios del proyecto Tarahumara Sustentable.

ACCESO DE COMUNIDADES-HOGARES AL AGUA SALUDABLE Y SUFICIENTE

Monitorear el progreso de los Objetivos del Desarrollo del Milenio en el sector del agua, es de gran importancia si se desea llevar adelante el compromiso político de la comunidad internacional y de los gobiernos nacionales, para así cumplir con la demanda de agua para la población en las zonas más remotas y marginadas (Martinez et al., 2006).

Desde 1990, de los 2.600 millones de personas que obtuvieron acceso a fuentes de agua potable mejorada, 1.900 millones lo hicieron a través de agua potable suministrada por cañería hasta su propio hogar. Más de la mitad de la población mundial (58%) ahora disfruta de este nivel más alto de servicio (WHO, 2018).

IMPORTANCIA DEL INDICADOR

El indicador es de gran relevancia para focalizar esfuerzos políticos-sociales para proveer de acceso de agua a las comunidades más alejadas de las grandes zonas urbanas.

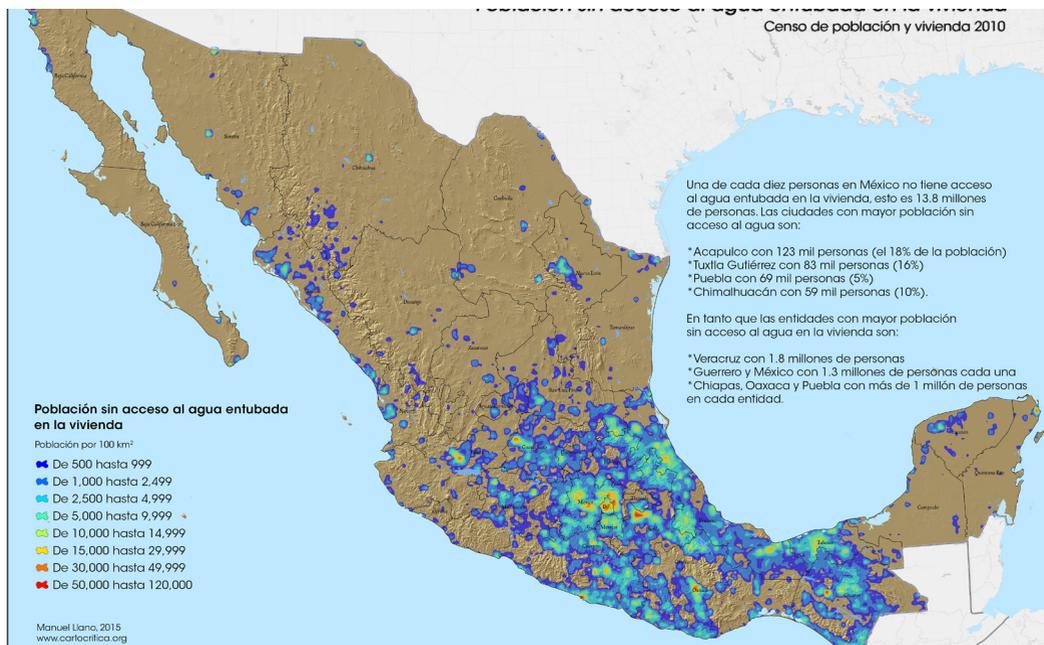


Figura 1. Población sin acceso al agua en la vivienda.

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

Para la medición de este indicador se proponen dos formas: Consulta de datos públicos y obtención. La consulta de datos públicos es de utilidad para el monitoreo en el espacio y tiempo de este indicador, así como verificador del cumplimiento de actividades encaminadas a mejorar el abastecimiento de agua saludable y suficiente. Para el monitoreo del acceso de comunidades-hogares al agua saludable y suficiente la obtención de bases de datos, es necesario para analizar la evolución de municipios.

Una vez obtenida la base de datos es importante homogenizar y simplificar de tal forma que encontremos el nombre de las áreas geoestadísticas básicas (AGEBS), municipios o estados en estudio. En cuanto a la obtención, el acceso al agua potable se mide por el porcentaje de la población que utiliza fuentes de suministro de agua potables. Estas fuentes puede ser: conexión de los hogares, fuente de agua pública, pozo, fuentes protegidas, dispositivos para recolección de agua, ríos o estanques, agua embotelladas, entre otros.

Población sin acceso al agua en la vivienda por entidad federativa

Entidad	Población sin agua en la vivienda	Población total de la entidad	% sin agua en la vivienda
Veracruz de Ignacio de la Llave	1,858,867	7,643,194	24.32%
Guerrero	1,338,804	3,388,768	39.51%
México	1,328,165	15,175,862	8.75%
Chiapas	1,282,787	4,796,580	26.74%
Oaxaca	1,191,231	3,801,962	31.33%
Puebla	1,000,038	5,779,829	17.30%
Tabasco	610,731	2,238,603	27.28%
Michoacán de Ocampo	546,416	4,351,037	12.56%
Guanajuato	476,385	5,486,372	8.68%
San Luis Potosí	462,388	2,585,518	17.88%
Jalisco	442,763	7,350,682	6.02%
Hidalgo	353,017	2,665,018	13.25%
Distrito Federal	289,710	8,851,080	3.27%
Sinaloa	287,504	2,767,761	10.39%
Morelos	234,436	1,777,227	13.19%
Chihuahua	206,947	3,406,465	6.08%
Nuevo León	196,087	4,653,458	4.21%
Tamaulipas	189,842	3,268,554	5.81%
Baja California	182,571	3,155,070	5.79%
Querétaro	158,269	1,827,937	8.66%
Sonora	155,295	2,662,480	5.83%
Quintana Roo	133,849	1,325,578	10.10%
Nayarit	133,141	1,084,979	12.27%
Durango	133,135	1,632,934	8.15%
Zacatecas	128,936	1,490,668	8.65%
Campeche	126,380	822,441	15.37%
Yucatán	115,032	1,955,577	5.88%
Coahuila de Zaragoza	91,195	2,748,391	3.32%
Baja California Sur	77,875	637,026	12.22%
Tlaxcala	53,572	1,169,936	4.58%
Aguascalientes	27,620	1,184,996	2.33%
Colima	18,628	650,555	2.86%

Figura 2. Ejemplo de base de datos de Población sin agua en la vivienda y porcentaje sin agua en la vivienda por entidad federativa (Censo de Población y Vivienda 2010).

En cuestión del monitoreo espacial de la información ya sea consultada o generada es importante contar con un sistema de información geográfica, como ArcGIS (<https://www.arcgis.com/features/index.html>), o QGIS (<https://www.qgis.org/es/site>). Estos permitirán ligar la información de las bases de datos generadas e información utilizada en sistemas de información geográfica. La información que es utilizada en los sistemas de información geográfica se puede obtener por unidades espaciales como AGEBS, municipios o estados. Esta información se puede obtener mediante el Marco Geoestadístico Nacional de INEGI, versión 2018 (http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx).

El INEGI te da la bienvenida a la versión beta de su nuevo sitio web Ir a www.inegi.org.mx

INEGI INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA Español Otros idiomas Contacto AA

Inicio Datos Servicios Transparencia Investigación

Inicio / Servicios / Mapas Ver todos los mapas

Mapas



Marco Geoestadístico, febrero 2018

Tema:	Marco Geoestadístico
Entidad federativa:	Estados Unidos Mexicanos
Edición:	2018
Desglose geográfico:	Ageb

Archivo vectorial que integra un sistema único y de carácter nacional diseñado por el INEGI, el cual contiene las siguientes capas de información: 32 polígonos de las Áreas Geoestadísticas Estatales (AGEE), 2 463 polígonos de las Áreas Geoestadísticas Municipales (AGEM) en las que se incluyen las 16 Demarcaciones de la Ciudad de México, 17 469 polígonos de las Áreas Geoestadísticas Básicas Rurales (AGEB), 49 720 Polígonos de localidades urbanas y rurales, 351 polígonos del Territorio Insular (Istas) y 254 789 Localidades rurales puntuales que no son amanzanadas y por lo tanto no cuentan con un plano. Cada Localidad urbana y rural cuenta con sus capas de amanzanamiento. Los elementos de estas capas cuenta con atributos de nombre y clave geoestadística

Formatos: SHP +
2.35 GB

Figura 3. Ejemplo de base de datos de Población sin agua en la vivienda y porcentaje sin agua en la vivienda por entidad federativa (Censo de Población y Vivienda 2010).

MAPEO

El mapeo se lleva a cabo mediante la unión o relación entre bases de datos del Marco Geoestadístico Nacional y las bases de disponibles o generadas por el usuario. Esta unión o relación se elabora mediante un sistema de información geográfica. Posterior a la unión de información para su presentación se recomienda caracterizar, mediante colores graduados o cualquier otro estilo, la información. A través de esto se puede observar en una escala de menor a mayor la situación socio-geográfica de la Sierra Tarahumara. Esta información es importante para identificar aquellos municipios en situación de mayor marginación. La distribución socio-geográfica es importante para la toma de decisiones.

CONCLUSIONES

El indicador acceso de comunidades-hogares al agua saludable y suficiente es necesario para la formulación de acciones que promuevan el acercamiento de agua potable para los pobladores de las Sierra tarahumara y así evitar el riesgo y la propagación de enfermedades por agua contaminada.

LITERATURA CONSULTADA

- Martínez, O. F., Ihl, T., & López, J. R. (2006). Acceso al agua potable Indicador clave de desarrollo humano. *Teoría y Praxis*, (2), 171-180.
- WHO (World Health Organization). Monitoreo de la salud del agua. Consultado el 20 de septiembre de 2018, en: http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/evalamitad2.pdf

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Acceso de comunidades-hogares al agua saludable y suficiente.

Descripción breve

Lista por municipio y localidad de las viviendas que poseen agua entubada, excusado o sanitario y drenaje.

Unidad de medición

Porcentaje de localidades

Justificación

El Artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Mexicanos, en su Párrafo sexto reza: "Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines." En el ámbito de la conservación y manejo de los recursos naturales es necesario que las políticas relacionadas tengan como objetivo incrementar el número de pobladores que tienen acceso al recurso agua en las condiciones que lo establece la Constitución.

Metodología para la obtención del indicador

El indicador se obtuvo directamente de la base de datos del INEGI 2010.

Fuente de información

INEGI 2010

Frecuencia de medición

10 años

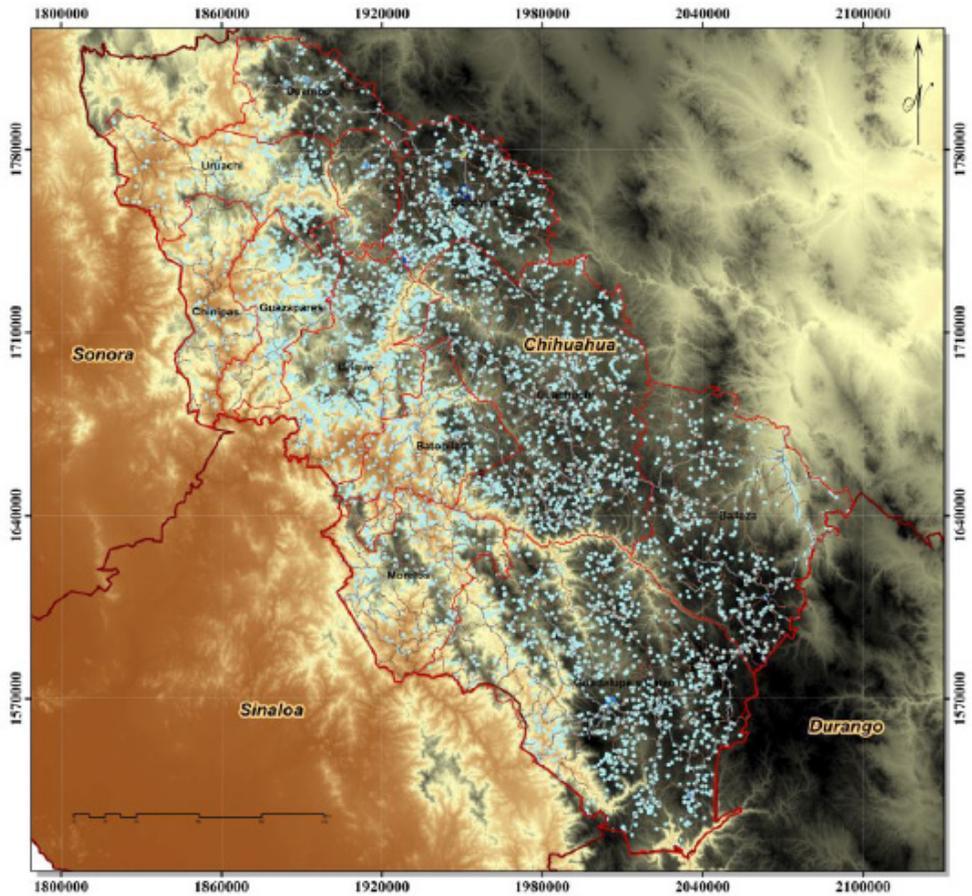
Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipios	Estado	País
Social		X	X	X

Línea base del indicador

Base de datos 2015 integrado en el SMDI-ST.



SIMBOLOGIA

Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada

- 0.00 - 156.00
- 156.00 - 641.00
- 641.00 - 1330.00
- 1330.00 - 3335.00
- 3335.00 - 5717.00



Altitud del área de estudio

- 3286 msnm
- 159 msnm



Límites

- Área de estudio
- Límite estatal
- Área y urbana



Vías de comunicación

- Calle
- Camino
- Carretera
- Vía férrea sencilla



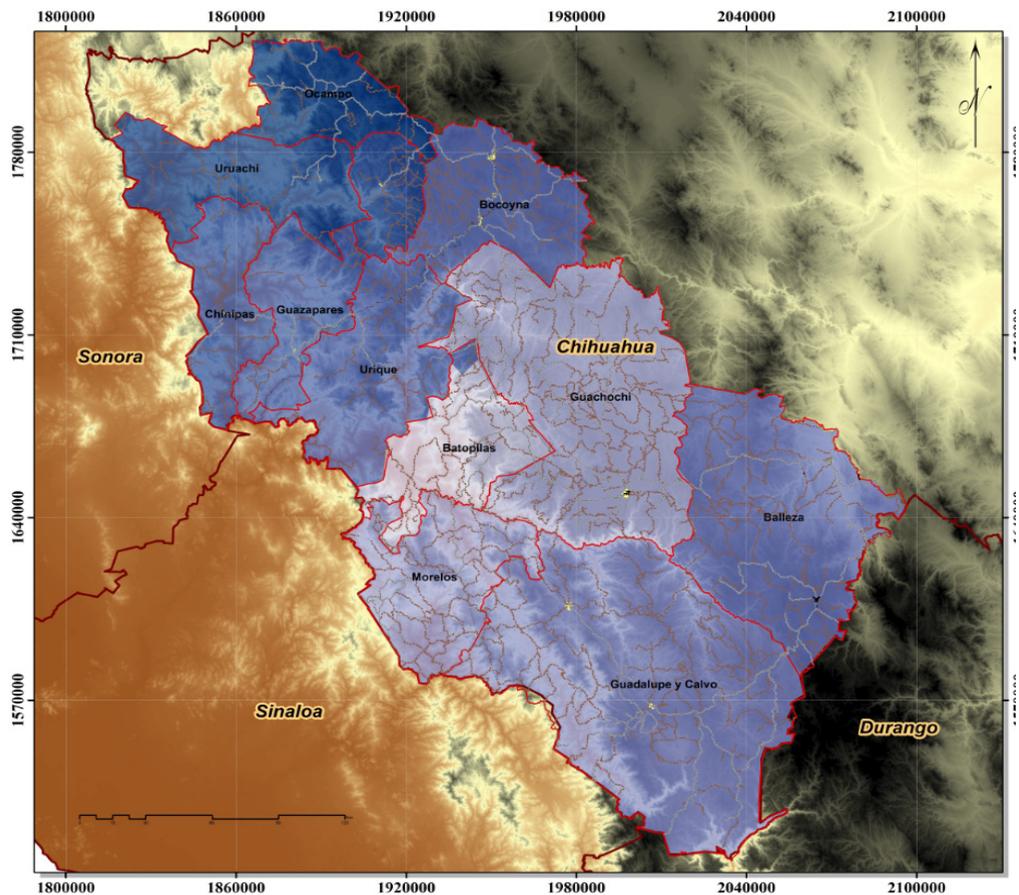
Rasgos hidrográficos

- Cuerpos de agua



Referencia cartográfica:
 Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Conica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

Figura 4. Distribución de viviendas particulares habitadas que dispone de agua entubada en el amito de la vivienda en los 12 municipios del Proyecto Tarahumara Sustentable.



SIMBOLOGIA
 Porcentaje de localidades en cada municipio que cuenta con agua entubada



Altitud del área de estudio

3286 msnm

159 msnm



Límites

Área de estudio
 Límite estatal
 Área y urbana



Vías de comunicación

Calle
 Camino
 Carretera
 Vía férrea sencilla



Referencia cartográfica:

Sistema de Coordenadas: ITRF 1992 Conica Conforme de Lambert
 Proyección: cónica Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992

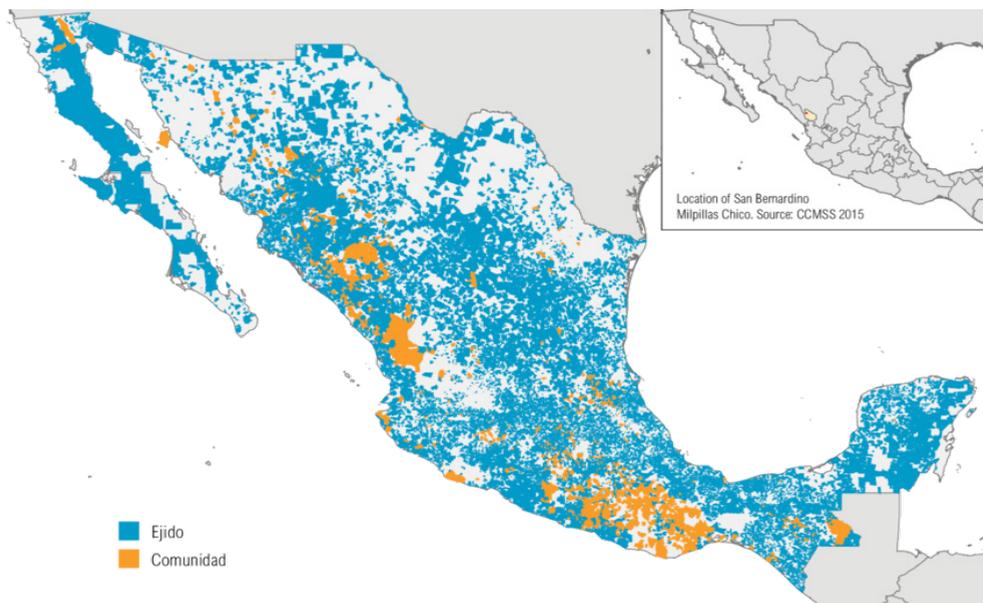
Figura 5. Mapa de porcentaje de localidades en cada municipio que cuentan con agua entubada dentro del área de los 12 municipios del Proyecto Tarahumara Sustentable.

TENENCIA DE LA TIERRA

La propiedad privada y ejidal, principalmente, en México se constituye por un gran mosaico de tenencia de la tierra, en el que encontramos ejidos, comunidades, pequeñas propiedades, títulos de colonia, propiedades federales y propiedades estatales. Según datos de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y el Registro Agrario Nacional publicados en 1998 por existían en el país más de tres millones de ejidatarios y 15.5 millones de pequeños propietarios, incluyendo a los propietarios urbanos (Vargas, 2008).

IMPORTANCIA DEL INDICADOR

El indicador es de gran importancia para el manejo y gestión de los recursos natales por unidad administrativa (núcleo agrario).



Source: National Agrarian Registry (RAN), Agency of the Ministry of Agrarian, Land and Urban Development. "Núcleos Agrarios." Downloaded from

Figura 1. Mapa de ejidos y comunidades (núcleos agrarios) en México.

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

Para la medición de este indicador se propone la consulta de datos públicos y obtención. La consulta de datos públicos es de utilidad para el monitoreo en el espacio y tiempo de este indicador, así como verificador del cumplimiento de actividades encaminadas a mejorar la correcta delimitación de núcleos agrarios, así como su posible actualización, como subdivisión, cambio de propietarios, entre otros.

Id	Nombre Conjunto	Nombre Recurso	Ultima Actualización	Acciones	Diccionario Datos
1	Catálogo de Núcleos Agrarios	Listado del total de los Núcleos Agrarios que conforman la Propiedad Social	2018-09-17	🔍 Detalles ⬇️ Descargar	⬇️ Descargar
2	Delegaciones Estatales	Localización de las Sedes Delegaciones Estatales del Registro Agrario Nacional.	2018-04-10	🔍 Detalles ⬇️ Descargar	⬇️ Descargar
3	Estadística Agraria - Indicadores básicos de la propiedad social	Serie estadísticas	2017-08-29	🔍 Detalles ⬇️ Descargar	⬇️ Descargar
4	Estructura de la Propiedad Social	Listado de la Superficie total que compone la propiedad social en la Republica Mexicana con corte de información al último día hábil de cada mes.	2018-09-17	🔍 Detalles ⬇️ Descargar	⬇️ Descargar

Figura 2. Ejemplo de base de datos del Registro Agrario Nacional.

En cuestión del monitoreo espacial de la información consultada es importante contar con un sistema de información geográfica, como ArcGIS (<https://www.arcgis.com/features/index.html>), o QGIS (<https://www.qgis.org/es/site>). Estos permitirán ligar la información de las bases de datos generadas e información utilizada en sistemas de información geográfica.

MAPEO

El mapeo se lleva a cabo mediante la unión o relación entre bases de datos Registro Agrario Nacional y las bases de disponibles o generadas por el usuario. Esta unión o relación se elabora mediante un sistema de información geográfica. Posterior a la unión de información para su presentación se recomienda caracterizar, mediante colores graduados o cualquier otro estilo, la información en sus distintos estatus.

CONCLUSIONES

El indicador Tenencia de la Tierra es necesario para la gestión de los recursos naturales, así como el posible acceso a pagos por servicios ambientales por los pobladores de la Sierra tarahumara y así contabilizar la cantidad de recursos a someter en distintos programas.

LITERATURA CONSULTADA

- Gray, E., Veit, P. G., Altamirano, J. C., Ding, H., Rozwalka, P., Zuniga, I., ... & Ussami, K. (2015). The economic costs and benefits of securing community forest tenure: evidence from Brazil and Guatemala. World Resources Institute, Washington, DC, en <http://www.wri.org/forestcostsandbenefits>.
- Vargas, M.Á., Ochoa, F., Danemann, G.D., 2008. Tenencia de la tierra y conservación de tierras privadas. In: Daneman, G.D., Ezcurra, E. (Eds.), Bahía de los Ángeles: recursos naturales y comunidad. Línea Base. 2007. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Pronatura Noroeste A.C., San Diego Natural History Museum, pp. 679–693.

FICHA DEL INDICADOR

Nombre del indicador

Tenencia de la Tierra

Descripción breve

Lista de localidades acorde a su posesión legal sobre los predios agropecuarios y forestales.

Unidad de medición

Hectáreas, las cuales pueden ser: propiedad privada, ejidal, comunal o propiedad federal.

Justificación

El desarrollo del sector rural en el país ha sido fomentado o frenado en base a la situación jurídica de los predios agropecuarios. Las políticas sectoriales (forestales, agrícolas, y ambientales) diferencian el acceso a sus programas, a través de los trámites de acuerdo a la tenencia de la tierra de los núcleos agrarios.

Además busca comprender la toma de decisiones al interior y sus interacción con los diferentes actores externos al núcleo agrario.

Metodología para la obtención del indicador

El indicador se obtuvo directamente de la base de datos del Gobierno del Estado de Chihuahua

Fuente de información

Gobierno del Estado de Chihuahua

Frecuencia de medición

6 años

Último año de medición

No se ha medido, se recomienda realizar un estudio de actualización.

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Predio	Municipios	Estado	País
Agrícola, pecuario y socioeconómico	X	X	X	X

Línea base del indicador

Producto cartográfico temático y en formato shape disponible al año 1988. Existe la misma fuente cartográfica del año 2015 disponible en formato temático pero restringido en su acceso en formato shape, por lo que se requiere continuar con las gestiones pertinentes para lograr el acceso a la información en este formato.

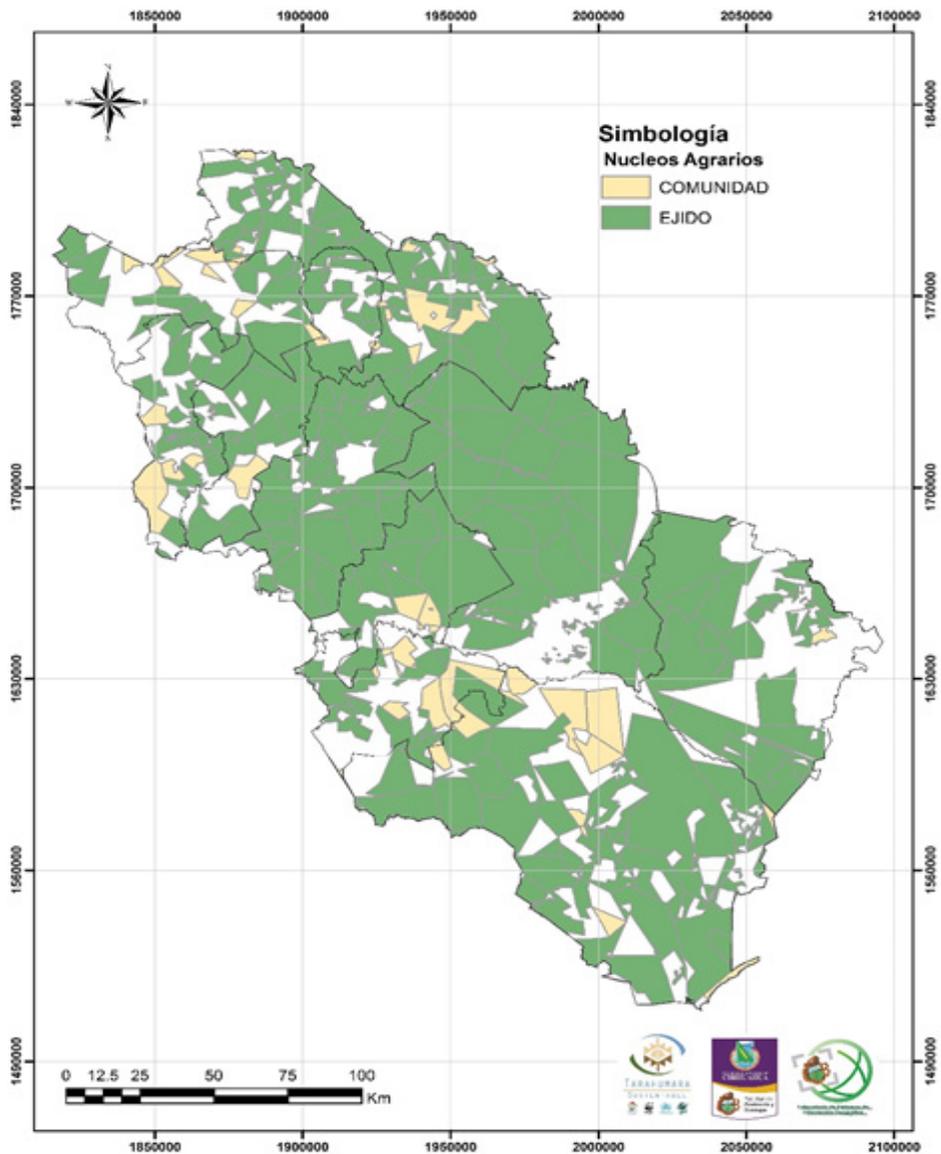


Figura 3. Mapa de ejidos y comunidades (núcleos agrarios) dentro del área de los 12 municipios del Proyecto Tarahumara Sustentable.

POLÍTICAS Y LEYES RELACIONADAS CON EL BOSQUE

México ha realizado esfuerzos para la conservación y protección de 138 millones de hectáreas cubiertas por vegetación forestal. Esto ha sido llevado a cabo mediante la instauración de políticas públicas específicas que fomenta el manejo forestal sustentable y valoran la gestión comunitaria de estos recursos. El 45% de esas hectáreas de cobertura forestal pertenecen a ejidos y comunidades rurales, en un sistema de propiedad colectiva particular de nuestro país

IMPORTANCIA DEL INDICADOR

El indicador es de gran importancia para el manejo y gestión de los recursos forestales así como la promoción y colaboración pública intersectorial para mejorar la calidad de la asistencia técnica privada, disponible para las comunidades mediante las políticas.



Figura 1. Acciones y políticas encaminadas a armonizar el manejo integrado del territorio. fuente: pagina WEB SEMARNAT

OBTENCIÓN DEL INDICADOR

Recopilación de políticas relacionadas con el manejo del bosque, producción, aprovechamiento, conservación, protección y restauración.

LITERATURA CONSULTADA

- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2018. Proyecto Bosques y Cambio Climático. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/1/7573LIBRO%20Proyecto%20Bosques%20y%20Cambio%20Climático.pdf>

FICHA DEL INDICADOR

Descripción breve

Indicador de aporte cuyo objetivo es el de conocer y entender la legislación actual relacionada con la conservación y manejo de los recursos naturales a nivel Nacional, Estatal, y Regional. Además busca comprender las posibles interrelaciones de la legislación en los diferentes sectores. Es un indicador que se mide cada sexenio y depende de los planes sectoriales establecidos por cada una de las secretarías. Tiene un marco Político, Jurídico, Institucional, y Reglamentario con un componente principal que se orienta a políticas y leyes relacionadas con la conservación y manejo de los recursos naturales.

Unidad de medición

Escala de 1 a 4 puntos

En que grado las políticas actuales obstruyen el desempeño de las otras políticas dentro del mismo o en otro sector.

3 = Solamente una de las políticas, leyes, y/o reglamentos se contraponen con una política de otra institución (sector) o del mismo.

2 = Menos 30% de las políticas, leyes, y/o reglamentos se contraponen con una o más políticas de otra institución (sector).

1 = Entre el 30% y el 50% de las políticas, leyes, y/o reglamentos se contraponen con una o más políticas de otra institución (sector).

0 = Más del 50% de las políticas, leyes, y/o reglamentos se contraponen con una o más políticas de otra institución (sector).

Justificación

Las políticas sectoriales (forestales, agrícolas, y ambientales) deben de proveer un marco para el adecuado manejo y conservación de los recursos naturales dentro del contexto del desarrollo rural. Por lo tanto, es importante examinar la coherencia de las políticas con la situación actual (vigencia) dentro del marco del plan nacional de desarrollo y los objetivos de desarrollo sustentable. Adicionalmente, es necesario identificar si existen aspectos de la legislación de un sector que podría afectar la implementación de la legislación de otro sector (consistencia entre ellas). Un subcomponente principal es el referido a la claridad y coherencia de las políticas, leyes, y reglamentos que contemplan la gestión ambiental y social de las comunidades rurales de la Sierra Tarahumara. Un estudio detallado de la legislación es una herramienta útil para la toma de decisiones y formulación de proyectos de desarrollo.

Metodología para la obtención del indicador

Análisis cualitativo y riguroso de la legislación y políticas vigentes relacionadas con el desarrollo rural.

Fuente de información

Diario Oficial de la Federación

Frecuencia de medición

6 años

Último año de medición

No se ha medido, se recomienda realizar un estudio detallado de la actual legislación nacional en materia de conservación y manejo de ecosistemas.

Alcance del indicador

Cuadro 1. Alcance del indicador

Sistema	Predio	Municipios	Estado	País
Socioeconómico, Rural	X	X	X	X



| CONCLUSIONES

DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA SIERRA TARAHUMARA.

Los ecosistemas de la Sierra Tarahumara, son un elemento clave en servicios ecosistémicos. Proporcionan área de recreación, captura de carbono, cantidad y calidad del agua, oxígeno, suelo fértil, hábitat para la fauna, entre otros.

DIAGNÓSTICO DE INDICADORES FORESTALES

De acuerdo con los datos reportados por el proyecto “Sistema de Monitoreo de Datos e Información de la Sierra Tarahumara” (SMDI-ST). Los mecanismos de identificación y análisis de indicadores presentan los protocolos con su línea base de los indicadores forestales seleccionados.

El indicador de plagas y enfermedades del bosque revela que las áreas con mayor presencia de plagas de descortezadores del género *Dendroctonus* se localizan en los municipios de Ocampo, Guachochi, Maguarichi y Guadalupe y Calvo. La Superficie de tierras agrícolas temporales y permanentes en el 2015 para el área de los 12 municipios que comprenden el proyecto Tarahumara Sustentable fue de 178,200 ha. Con respecto a las certificaciones de manejo forestal sostenible al corte del 31 de mayo de 2018 (CONAFOR) y de acuerdo a la certificación *Forest Stewardship Council (FSC)* existe una superficie de 98,683.33 ha de superficie certificada, entre los municipios de Guachochi, Balleza y Guadalupe y Calvo. Por otro lado, existe una superficie de 504,352.78 ha certificadas de acuerdo con la NMX. Los municipios donde se encuentran dichos predios son Batopilas, Guadalupe y Calvo, Bocoyna, Ocampo, Balleza y Guachochi.



Foto: Yomira Briceño

Figura 1. Bosques templados de la región Cerro del Mohinora del municipio de Guadalupe y Calvo, Chihuahua.

Los incendios en los doce municipios de la ST afectan una superficie estimada de 147,276 ha, cifra reportada por la CONAFOR de acuerdo al censo del 2013. Los más altos índices de siniestros provocados por incendios ocurre en los municipios de Bocoyna, Balleza, Guadalupe y Calvo, Urique y Ocampo. La información de aserraderos presenta información valiosa con respecto al número de aserraderos presentes en la región, siendo los municipios de Ocampo, Guachochi, Guadalupe y Calvo y Balleza los

municipios con mayor presencia. La superficie forestal bajo manejo en los municipios de Batopilas y Uruachi es relativamente baja en relación a la superficie forestal productiva en dichos municipios. En contraste, Guadalupe y Calvo y Guachochi presentan la mayor superficie forestal bajo manejo en relación a su superficie forestal productiva, con un total de 112,207.6 y 83,212.28 ha respectivamente.

DIAGNÓSTICO DE INDICADORES AMBIENTALES

Como resultado de las estrategias y mecanismos de identificación y análisis de indicadores del proyecto SMDI-ST y complementos de este diagnóstico, se integra lo siguiente: El uso de suelo estuvo definido por agricultura de riego, agricultura de temporal, asentamientos humanos, bosque bajo abierto, bosque de encino, bosque de picea, bosque de pino, bosque de pino-encino (incluye encino-pino), cuerpos de agua, pastizal natural, selva baja caducifolia y vegetación secundaria arbustiva pino. La superficie de bosque de pino representó la mayor cobertura de clase con una extensión de 1,443,912.93 ha (34.08 %). La segunda clase con mayor cobertura fue la representada por las comunidades de pino-encino y/o encino-pino (22 %) con una distribución aproximada de 912,298.89 ha. La selva baja caducifolia y los bosques de encino se distribuyeron en el 17.3 % y 12.7 % del territorio de la ST respectivamente. Los asentamientos humanos ocuparon 10,114.70 ha. Los cuerpos de agua representadas por las presas, lagos y presones fue la clase de menor extensión (3,348.42 ha).

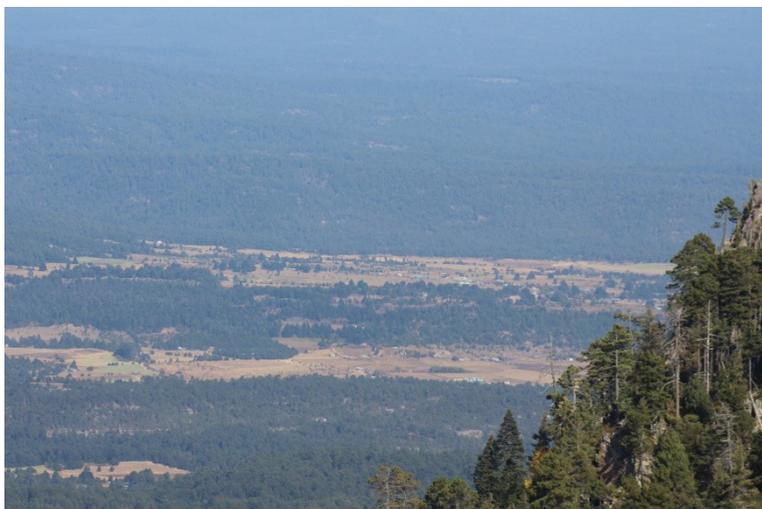


Figura 2. Ecosistemas típicos de la Sierra Tarahumara, región de Guadalupe y Calvo, Chihuahua.

Para los cambios de uso de suelo que experimenta la región de los 12 municipios de la Sierra Tarahumara, encontramos que de 1990 al 2015 los bosques de pino y pino-encino presentaron las mayores pérdidas de superficie, 93,506 y 62,035 ha para un total aproximado de 155,540 ha. En contraste, la vegetación secundaria arbustiva en zonas de pino y los bosques de encino se incrementaron en conjunto 146,920 ha. También se expandieron los asentamientos humanos (4,152 ha) y se abrieron 762 ha para agricultura de temporal. El bosque de pino encino y vegetación secundaria arbustiva de pino presentaron los

mayores incrementos. Sobre disturbio forestal existe un 10.4 % de disturbio alto, representando un total de 433,025 ha, mientras que 1,194,000 ha presentaron un disturbio medio, y finalmente 2,505,400 ha se encontraron en un nivel bajo de disturbio.

El análisis de fragmentación reveló que los ecosistemas de la Sierra Tarahumara están en un proceso paulatino de fragmentación. Los bosques de pino-encino y encino-pino presentaron el mayor número de parches (128,402) lo cual denotó una tendencia hacia los procesos de fragmentación. La vegetación secundaria arbustiva de pino (29,306), el pastizal natural (21,669), el bosque de encino (18,390) y la selva baja caducifolia (17,894) precedieron la tendencia hacia el proceso de fragmentación.

Por otro lado, de acuerdo a los resultados obtenidos en el modelo SWAT, la cuenca del río Fuerte. Se obtuvo que el 81.3% del área (2'848,316.1 ha) presenta una pérdida de suelo menor a 3 t/ha/año, y el 12.19% de la superficie estudiada (427,133.4 ha) supera las 12 t/ha/año en promedio se pierden 10.7 t/ha/año. Según la simulación, las mayores pérdidas de suelo ocurren en maíz grano (27.0 t/ha/año), matorral (13.3 t/ha/año) y pastizal (12.9 t/ha/año).

En la cuenca del Mayo, el 69.16% del área (527,783.11 ha) existe una pérdida de suelo de menos de 12 t/ha/año, y de más de 12 t/ha/año en el 30.84% de la superficie estudiada (235,380.79 ha). Según la simulación, los usos de suelo y vegetación que presentan mayores pérdidas de suelo son el maíz (64.7 t/ha/año), el bosque de encino (58.4 t/ha/año), matorral (46.8 t/ha/año) y el pastizal (38.2 t/ha/año). En este sentido, se pierde en promedio 24.6 t/ha/año.



Figura 3. Obras de conservación de suelo en la región de Bocoyna, Chihuahua.

DIAGNÓSTICO DE INDICADORES BIOLÓGICOS

Los indicadores biológicos fueron generados por el proyecto SMDI-ST de Tarahumara Sustentable, los cuales fueron propuestos a través de talleres participativos y consultas con expertos, de estas acciones fueron seleccionadas 16 para el desarrollo de protocolos. La selección fue con base en dos criterios: las que tuvieron mayor frecuencia de ser seleccionadas en las encuestas y las que cuentan con línea base. Las 16 que cuentan con línea base fueron debidamente integradas SMDI-ST.

- » *Abies concolor*
- » *Rhynchopsitta pachyrhyncha*
- » *Thamnophis melanogaster*
- » *Ara militaris*
- » *Panthera onca*
- » *Litsea glaucescens*
- » *Lontra longicaudis*
- » *Ursus americanus*
- » *Pseudotsuga menziesii*
- » *Picea chihuahuana*
- » *Pinus engelmannii*
- » *Ambystoma rosaceum*
- » *Cupressus lusitánica*
- » *Strix occidentalis*
- » *Euptilotis neoxenus*
- » *Crotalus pricei*



DIAGNÓSTICO DE INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

En este documento se presenta la revisión de nueve indicadores socioeconómicos para la Sierra Tarahumara, mismos que forman parte del proyecto SMDI-ST de Tarahumara Sustentable. Fueron seleccionados por su relevancia en la aportación de información clave en la evaluación socioeconómica de los doce municipios que comprendieron el área de estudio.

El Índice de Rezago Social (IRS) presenta valores altos, los cuales varían de alto a muy alto en su grado de IRS. En comparación a los demás municipios del estado de Chihuahua, los doce municipios de la ST presentan el más alto rezago social. Los valores de índice varían de 0.88 en el municipio de Ocampo a 3.40 en Batopilas, lo cual ubica a estos como los municipios con el mayor IRS. Otro indicador, el Índice de Marginación (IM), identifica el impacto municipal de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas y la carencia de bienes. Los municipios de Bocoyna y Ocampo presentan los valores más bajos del Índice de Marginación, en tanto Batopilas presenta el valor de índice más alto, seguido de Guadalupe y Calvo, Morelos y Guachochi.

El índice Gini, aplicado como un indicador que valora la incapacidad para satisfacer las necesidades más fundamentales en individuos y hogares, identificó a Ocampo y Chínipas como los municipios en donde las personas u hogares tienen igualdad de ingresos mientras que Guachochi presentó la mayor desigualdad. A este municipio le preceden Guadalupe y Calvo, Bocoyna y Urique con valores altos del índice GINI.



Figura 4. Actividades de venta de artesanía como medio de ingresos de los habitantes de la Sierra Tarahumara.

El Índice de Desarrollo Humano (IDH), presenta un bajo desempeño en los ámbitos de salud y educación. Dichos municipios se encuentran por debajo de la media estatal (0.83). En el contexto de la ST, los municipios de Urique, Morelos y Batopilas presentan los valores más bajos de este índice, principalmente este último municipio (3.947). Con un valor de 0.47, Bocoyna y Ocampo presentan los valores más altos (0.72 y 0.68). En este mismo sentido, el Indicador de Comunidades Indígenas es un indicador importante dentro del criterio de bienestar social o socioeconómico. En la ST se han inventariado alrededor de 2,261 comunidades indígenas, cuyo listado es fundamental por el aporte en sus valores espirituales y culturales y sus valores de acceso. Está estrechamente ligado al indicador de gobernadores con base en el reconocimiento de las políticas que reconocen el derecho de los Pueblos Indígenas a la libre determinación que se ejercerá en un marco constitucional de autonomía que asegure la unidad en el territorio de la ST y en general de México.

UNIDAD DE MANEJO DEL PROYECTO TARAHUMARA SUSTENTABLE

Ing. Manuel Chávez Díaz

Coordinador General

M.I. Enrique Prunés Soto

Coordinador de la base científica y herramientas para la toma de decisiones

M.D.A. Georgina Gaona Pando

Coordinadora de gobernanza ambiental y política para la gestión sustentable

Ing. Miguel Valles Pérez

Coordinador de intervenciones a escala

M.C. Nigda C. Carrasco Bencomo

Asistente técnica y de logística





TARAHUMARA

SUSTENTABLE

ISBN: 978-607-536-023-2



9 786075 360232



Construyendo una agenda común para la conservación
y desarrollo de la Sierra Tarahumara.

www.tarahumarasustentable.mx

